

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y
BENEFICIOS DE UNA VIVIENDA DE BAMBÚ RESPECTO A UNA
DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN LA PROVINCIA DE PIURA”**

Presentada por:

Br. Juan Joyli Frias Guerrero

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

Ingeniero Civil

Línea de Investigación: Ingeniería civil, arquitectura y urbanismo

Sub Línea de Investigación: Estructuras

Piura, Perú

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y
BENEFICIOS DE UNA VIVIENDA DE BAMBÚ RESPECTO A UNA
DE ALBAÑILERIA CONFINADA EN LA PROVINCIA DE PIURA”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

Ingeniero Civil

Br. Juan Joyli Frias Guerrero

Ejecutor

Ing. Carlos Javier Silva Castillo M.SC.

Asesor

Piura, Perú

2019

DECLARACION JURADA

DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Yo: Juan Joyli Frias Guerrero identificado con DNI N° 76830033, Bachiller de las Escuela Profesional de Ingeniería Civil y domiciliado en el Asentamiento Humano Los Algarrobos del Distrito de Piura. Provincia de Piura, Departamento de Piura, celular 968116398 y Email: jjoyli1520@hotmail.com.

DECLARO BAJO JURAMENTO: que el trabajo de investigación que presento es original e inédita, no siendo copia parcial ni total de una tesis desarrollada, y/o realizada en el Perú o en el Extranjero, en caso contrario de resultar falsa la información que proporciono, me sujeto a los alcances de lo establecido en el Art N° 411 del código penal concordante con el Art. 32° de la Ley N° 27444, y la Ley del procedimiento Administrativo General y las Normas Legales de Protección a los Derechos de Autor.

En fe de los cual firmo la presente.

Piura 20 de agosto del 2019



DNI N°: 76830033

Artículo 411.- El que, en un procedimiento administrativo, hace una falsa declaración en relación a hechos o circunstancias que le corresponde probar, violando la presunción de la veracidad establecida por ley, será reprimido con una pena privativa de libertad no menor a uno ni mayor de cuatro años.

Art. 4. Inciso 4.12 del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales –RENATI Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU/CD

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

EL JURADO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
DENOMINADO:

**“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y
BENEFICIOS DE UNA VIVIENDA DE BAMBÚ RESPECTO A UNA
DE ALBAÑILERIA CONFINADA EN LA PROVINCIA DE PIURA”**

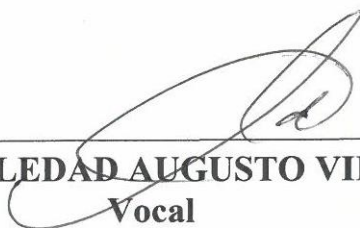
**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
Ingeniero Civil**



Dr. EDWIN OMAR VENCES MARTINEZ
Presidente



ING. ROSARIO CHUMACERO CORDOVA M.Sc.
Secretario



ING. ADELA SOLEDAD AUGUSTO VILCHEZ M.Sc.
Vocal

Piura, Perú

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Dirección de la Unidad de Investigación
Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo



ACTA DE EVALUACIÓN DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN

Los miembros del jurado calificador del informe de investigación denominado “ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y BENEFICIOS DE UNA VIVIENDA DE BAMBÚ RESPECTO A UNA DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN LA PROVINCIA DE PIURA”, presentado por el bachiller FRIAS GUERRERO JUAN JOYLI, participante del Programa de Actualización para Titulación Profesional en la Especialidad de Ingeniería Civil Versión XVII 2019, asesorado por el Mg.Ing. Carlos Javier Silva Castillo. Revisado y absueltas las observaciones formuladas por el jurado calificador, lo declaran:

Aprobado

Con la nota:

Dr.Ing. OMAR EDWIN VENCES MARTINEZ

16

Mg Ing. ROSARIO CHUMACERO CORDOVA

16


Mg Ing. ADELA SOLEDAD AUGUSTO VILCHEZ

16

Piura, 31 de julio de 2019


Dr.Ing. OMAR EDWIN VENCES MARTINEZ
PRESIDENTE-JURADO CALIFICADOR


Mg Ing. ROSARIO CHUMACERO CORDOVA
SECRETARIO-JURADO CALIFICADOR


Mg Ing. ADELA SOLEDAD AUGUSTO VILCHEZ
VOCAL-JURADO CALIFICADOR

DEDICATORIA

El presente trabajo a:

Mi madre Hilda Guerrero, por ser la promotora de mis sueños, por sus consejos, por los valores y principios inculcados, por ser mi pilar fundamental y la persona a quien más admiro.

Mi hermana Ilda Frias por ser un ejemplo de constancia y disciplina para conseguir sus metas y nunca darse por vencida.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor el Ing. Carlos Javier Silva Castillo por la dedicación y el apoyo brindado para la ejecución de este trabajo de investigación.

A nuestros docentes de la facultad de ingeniería civil de la universidad nacional de Piura, por haber compartido su experiencia y sus conocimientos a lo largo de nuestra formación académica.

A mis amigos Elmer Jiménez y Juan Carlos Fernández por su constante apoyo y por aportar con sus conocimientos durante la realización de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	xvii
I. ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA	1
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	1
1.2. FORMULACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.4. OBJETIVOS	2
1.4.1. Objetivo General.....	2
1.4.2. Objetivos Específicos	2
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	3
2.2. BASES TEÓRICAS	4
2.2.1. Criterio de Sostenibilidad de materiales	4
2.2.2. Sistema Constructivo	4
2.2.3. Sistema Constructivo Convencional o Tradicional	4
2.2.4. El Bambú	5
2.2.4.1. Bambú o Planta de Bambú:	5
2.2.4.2. Partes de la Caña de Bambú:	6
2.2.4.3. Ventajas y desventajas de usar el bambú	7
2.2.4.4. Método de Diseño	7
2.2.4.5. Características Técnicas para el Bambú Estructural:	8
2.2.4.6. Requisitos de Resistencia	8
2.2.4.7. Requisitos de Rigidez	8
2.2.4.8. Cargas	9
2.2.4.9. Esfuerzos Admisibles	9
2.2.4.10. Densidad y Sección Transversal	9
2.2.5. Albañilería	9
2.2.5.1. Albañilería Confinada	9
2.2.5.2. Altura Efectiva	10

2.2.5.3.	Arriostre	10
2.2.5.4.	Columna	10
2.2.5.5.	Confinamiento	10
2.2.5.6.	Espesor Efectivo.....	10
2.2.5.7.	Unidades de Albañilería de Arcilla	10
2.2.5.8.	Muro Arriostrado.....	11
2.2.5.9.	Muro de Arriostre.....	11
2.2.5.10.	Muro No Portante.....	11
2.2.5.11.	Muro Portante.....	11
2.2.5.12.	Mortero.....	11
2.2.5.13.	Método de Diseño	11
2.3.	Glosario De Términos Básicos	11
2.4.	Hipótesis	11
III.	MARCO METODOLÓGICO	12
3.1.	ENFOQUE.....	12
3.2.	DISEÑO.....	12
3.3.	ASPECTOS ÉTICOS	12
3.4.	MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS.	12
3.4.1.	Definición de las Generalidades del Proyecto.....	12
3.4.2.	Diseño en Albañilería Confinada	13
3.4.2.1.	Planos Generales de la Vivienda de albañilería y distribución e elementos estructurales.....	13
3.4.2.2.	Características de los Materiales	15
3.4.2.3.	Predimensionamiento de elementos estructurales.....	15
3.4.2.4.	Muros de Albañilería.....	18
3.4.2.5.	Metrado de cargas	21
3.4.2.6.	Análisis estático ante sismo moderado.....	26
3.4.2.7.	Modelamiento en ETABS	28
3.4.2.8.	Análisis del Modelo Estructural	41
3.4.2.9.	Diseño de Muros de Albañilería Confinada	43
3.4.2.10.	Diseño de Columnas de Confinamiento y Vigas Soleras.....	46
3.4.3.	Diseño en Bambú	53
3.4.3.1.	Planos Generales de la Vivienda y distribución de elementos estructurales	53
3.4.3.2.	Características de los Materiales	54
3.4.3.3.	Predimensionamiento de elementos estructurales.....	54

3.4.3.4.	Metrado de cargas	55
3.4.3.5.	Análisis estático ante sismo moderado.....	57
3.4.3.6.	Modelamiento en ETABS	58
3.4.3.7.	Análisis del Modelo Estructural.....	68
3.4.3.8.	Diseño de Elementos	69
3.4.3.8.1.	Esfuerzos admisibles	69
3.4.3.8.2.	Diseño de Elementos Flexión.....	70
3.4.3.8.3.	Corte	70
3.4.3.9.	Diseño de columnas	74
3.4.3.10.	Diseño de Vigas	78
3.4.3.11.	Diseño de Viguetas.....	82
3.4.3.12.	Diseño de Arriostres.....	85
3.4.4.	Presupuesto	89
3.4.4.1.	Presupuesto de vivienda de albañilería confinada.....	89
3.4.4.2.	Presupuesto de vivienda de Bambú.....	89
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	92
4.1.	RESULTADOS	92
4.1.1.	Fuerzas cortantes en entrepisos	92
4.1.2.	Periodo Fundamental de vibración	92
4.1.3.	Derivas de entrepiso	93
4.1.4.	Resumen de Presupuesto	93
4.1.5.	Plazo de ejecución	94
4.2.	DISCUSIÓN.....	95
4.2.1.	Análisis de Fuerzas cortantes en entrepisos	95
4.2.2.	Análisis del Periodo Fundamental de vibración	95
4.2.3.	Análisis de Derivas de entrepiso	95
4.2.4.	Análisis de Costos	95
4.2.5.	Análisis del Plazo de Ejecución	95
	CONCLUSIONES.....	96
	RECOMENDACIONES	97
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	98
	ANEXOS.....	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1: Esfuerzos Admisibles	9
Tabla 3. 1: Densidad de Muros.....	19
Tabla 3. 2: Resumen Cargas Directas.....	23
Tabla 3. 4: Cargas Indirectas	24
Tabla 3. 4: Cargas en el Nivel de Azotea	25
Tabla 3. 5: Cargas en Piso Típico.....	25
Tabla 3. 6: Cargas de Gravedad Acumulada $P_g=PD+0.25PL$	26
Tabla 3. 7: Fuerzas de Inercia en Cada Piso.....	28
Tabla 3. 8: Distorsiones en la Dirección X-X	41
Tabla 3. 9: Distorsiones en la Dirección Y-Y	41
Tabla 3. 10: Fuerzas Internas en Muros X-X por Sismo Moderado	42
Tabla 3. 11: Fuerzas Internas en Muros Y-Y por Sismo Moderado	42
Tabla 3. 12: Piso 1- Sismo en X-X.....	44
Tabla 3. 13: Piso 1- Sismo en Y-Y	44
Tabla 3. 14: Piso 2- Sismo en X-X.....	45
Tabla 3. 15: Piso 2- Sismo en Y-Y	45
Tabla 3. 16: Parámetros de Diseño de columnas.....	46
Tabla 3. 17: Diseño de Muros Agrietados.....	49
Tabla 3. 18: Diseño de Soleras de Muros Agrietados	50
Tabla 3. 19: Diseño de Muros No Agrietados	52
Tabla 3. 20: Diseño de Soleras de Muros No Agrietados	52
Tabla 3. 21: Cargas de Viento en Columnas	57
Tabla 3. 22: Distorsiones en la Dirección X-X	69
Tabla 3. 23: Distorsiones en la Dirección Y-Y	69
Tabla 3. 24: Fuerzas Cortantes En El Primer Piso	69
Tabla 3. 25: Esfuerzos Admisibles	69
Tabla 3. 26: Clasificación de Columnas por Esbeltez	72
Tabla 3. 27: Diseño Columna.....	76
Tabla 3. 28: Diseño Viga.....	80
Tabla 3. 29: Diseño Vigüeta.....	83
Tabla 3. 30: Diseño Arriostres.....	87

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 4. 1: Fuerzas cortantes en entrepisos	92
Grafico 4. 2: Periodos fundamentales	92
Grafico 4. 3: Derivas en la dirección X-X.....	93
Grafico 4. 4: Derivas en la dirección Y-Y.....	93
Grafico 4. 5: Presupuestos	94
Grafico 4. 6: Presupuestos.....	94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2. 1: División de Planta de Bambú.....	6
Figura 2. 2: Partes de Caña de Bambú.	6
Figura 3. 1: Vista de planta de la vivienda.	14
Figura 3. 2: Secciones verticales típicas.....	21
Figura 3. 3: Cargas provenientes de la escalera.....	23
Figura 3. 4: Ventana de Configuración de Unidades.....	28
Figura 3. 5: Ventana de Configuración de la Grid para el modelo.....	29
Figura 3. 6: Ventanas de Configuración de Propiedades de Materiales.	30
Figura 3. 7: Ventana de definición de secciones de elementos tipo frame.....	31
Figura 3. 8: Ventana para definir las propiedades de elementos Slab.....	31
Figura 3. 9: Ventana para definir propiedades de elementos Wall.....	32
Figura 3. 10: Vista de planta del modelo piso 1	33
Figura 3. 11: Elaborado con Software Estructural ETABS.....	33
Figura 3. 12: Vista de asignación de carga viva (Piso típico-Azotea).....	34
Figura 3. 13: Ventana de Verificación del modelo.....	35
Figura 3. 14: Ventana de asignación de diafragma rígido	35
Figura 3. 15: Ventana definir patrones de carga.....	36
Figura 3. 16: Ventana definir espectro de respuesta.....	36
Figura 3. 17: Ventana Loas Cases	37
Figura 3. 18: Ventana Loas Cases	37
Figura 3. 19: Ventana definir combinaciones de cargas.....	38
Figura 3. 20: Ventana asignar piers (muros)	38
Figura 3. 21: Ventana determinación Automatic Mesh para Floors (losas).....	39
Figura 3. 22: Ventana determinación Automatic Mesh para walls (losas).....	39
Figura 3. 23: Comportamiento de Modelo eje Y-Y	40
Figura 3. 24: Comportamiento de Modelo eje X-X	40
Figura 3. 25: Vista de planta de la vivienda de bambú.	53
Figura 3. 26: Ventana de Configuración de Unidades.....	58
Figura 3. 27: Ventana de Configuración de la Grid para el modelo.....	59
Figura 3. 28: Ventana de Configuración de Propiedades de Materiales.	59
Figura 3. 29: Ventana de definición de secciones de elementos tipo frame.....	61
Figura 3. 30: Vista de planta del modelo en Bambú piso 1	62
Figura 3. 31: Vista en 3D del edificio en Bambú.	62
Figura 3. 32: Vistas de cargas asignadas en elementos (eje A-A).....	63
Figura 3. 33: Vistas de cargas asignadas en elementos (eje 1-1)	63
Figura 3. 34: Ventana de Verificación del modelo.....	64
Figura 3. 35: Ventana definir patrones de carga.....	65
Figura 3. 36: Ventana definir espectro de respuesta.....	65
Figura 3. 37: Ventana Loas Cases	66
Figura 3. 38: Ventana Loas Cases	66
Figura 3. 39: Ventana definir combinaciones de cargas.....	67
Figura 3. 40: Ventana Liberación de momentos en los extremos	67
Figura 3. 41: Comportamiento de Modelo	68

Figura 3. 42: Diagrama de fuerzas axiales en elementos.	74
Figura 3. 43: Diagrama de fuerza axial en columna más esforzada	75
Figura 3. 44: Diagrama de fuerza cortante y momento en columna más esforzada.....	75
Figura 3. 45: Diagrama de Momentos en elementos (primer piso).	78
Figura 3. 46: Diagrama de fuerza axial en Viga más esforzada	78
Figura 3. 47: Diagrama de fuerza cortante y momento en Viga más esforzada.....	79
Figura 3. 48: Diagrama de fuerza axial en Vigueta más esforzada	82
Figura 3. 49: Diagrama de fuerza cortante y momento en Vigueta más esforzada.....	82
Figura 3. 50: Diagrama de fuerzas axiales en elementos eje 7-7.	85
Figura 3. 51: Diagrama de fuerza axial en arriostre más esforzado.	85
Figura 3. 52: Diagrama de fuerza cortante y momento en arriostre más esforzado	86
Figura 3. 53: Presupuesto vivienda en albañilería	90
Figura 3. 54: Presupuesto vivienda en Bambú	91

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N°01: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA VIVIENDA EN ALBAÑILERÍA CONFINADA

ANEXO N°02: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA VIVIENDA EN BAMBÚ.

ANEXO N°03: CRONOGRAMA DE PROYECTO EN ALBAÑILERÍA CONFINADA

ANEXO N°04: CRONOGRAMA DE PROYECTO EN BAMBÚ

ANEXO N°05: MATRIZ GENERAL DE CONSISTENCIA

RESUMEN

La presente investigación tiene como finalidad incentivar a la población y a nuestros profesionales a buscar nuevos materiales que cumplan con las necesidades y la economía de las familias, brindándoles la seguridad que necesitan, y que además de ello contribuyan con el cuidado del medio ambiente.

Para ello se han analizado el Comportamiento Estructural de una vivienda de bambú, los Beneficios en el costo y plazos de ejecución, que ofrece el construir con un material ecológico presente en nuestra zona, respecto a una de Albañilería confinada con el mismo diseño arquitectónico; el diseño está de acuerdo a la realidad que se presenta en la Provincia de Piura.

Palabras clave: Análisis Estructural, Diseño en Bambú, Diseño en Albañilería confinada, Modelamiento en ETABS.

ABSTRACT

The purpose of this research is to encourage the population and our professionals to use new materials that meet the needs and economy of families, providing them with the security they need, and in addition contributing to the care of the environment.

For this, we have analyzed the design of a bamboo house, the benefits in the cost and the terms of execution, that the ecological material present in our area offers, a report of the masonry confined with the same architectural design; The design is in accordance with the reality that is presented in the Province of Piura.

Keywords: Structural Analysis, Design in Bamboo, Design in Confined Masonry, Modeling in ETABS.

INTRODUCCIÓN

El bambú o guadua es una planta presente en nuestro país así como en países vecinos como Ecuador, Colombia y Venezuela, lugares donde se le ha dado la debida importancia y se ha promovido su inserción en la industria de la construcción mediante programas de vivienda y a proyectos de investigación que han permitido conocer sus grandes propiedades mecánicas que le permiten tener un excelente comportamiento estructural; además de ser un material de bajo costo, ecológicamente amigable y que permite una rápida construcción.

Mercedes (Calva Chuquimarca, 2015) menciona que el bambú es una planta de gran importancia para los pobladores de las zonas rurales de varias regiones del mundo. Se usa para construcción de casas, antenas de televisión, postes de tendido eléctrico, escaleras, envases, juguetes, muebles, manualidades y para otros artículos de uso diario, incluyendo la producción de pulpa para la fabricación de papel.

La presente investigación analiza el comportamiento estructural de una vivienda de bambú, los beneficios que ofrece el construir con un material ecológico presente en nuestra zona, respecto a una de Albañilería confinada con el mismo diseño arquitectónico; el diseño está de acuerdo a la realidad que presenta a Provincia de Piura. La finalidad de este proyecto es incentivar a la población y a nuestros profesionales a buscar nuevos materiales que cumplan con las necesidades y la economía de las familias, brindándoles la seguridad que necesitan, y que además de ello contribuyan con el cuidado del medio ambiente.

El presente trabajo se ha organizado en cuatro capítulos, de los cuales el primero se enfoca en los aspectos de la problemática, el segundo en el marco teórico, el tercero en el marco metodológico y el cuarto con el análisis y discusión de los resultados. A continuación se expone de forma sintética el contenido de los capítulos que conforman este trabajo.

El primer capítulo describe detalladamente la realidad problemática, justificación e importancia de la investigación, los objetivos, tanto general como los específicos y la delimitación de la investigación.

El segundo capítulo, comprende los antecedentes de la investigación (los cuales son nacionales e internacionales), las bases teóricas, enfocadas en el diseño de edificaciones de albañilería y Bambú, el glosario de términos, finalmente la hipótesis del trabajo de investigación.

En el tercer capítulo, se desarrolla el marco metodológico, el cual está conformado por el enfoque y diseño, sujetos de investigación, métodos y procedimientos, además de técnicas e instrumentos y finalmente los aspectos éticos que son importantes tenerlos en cuenta en cada investigación y/o trabajo de investigación que se desarrolle.

En el cuarto capítulo, se desarrollan los resultados y discusiones del comportamiento estructural, análisis de costos y plazo de ejecución de la vivienda en albañilería y en Bambú.

Posterior a ello se han colocado las conclusiones, recomendaciones referentes al trabajo de investigación expuesto, para finalizar en las referencias bibliográficas, que es de donde se extrae la información complementaria, pero a su vez importante para el desarrollo de otros trabajos de investigación y/o tesis.

Finalmente, este trabajo de investigación se orienta al análisis del comportamiento estructural y beneficios (costo, plazo de ejecución) de una vivienda de Bambú respecto a una de Albañilería confinada en la Provincia de Piura, el cual podría servir de ayuda y guía para el diseño de edificaciones de Bambú a los distintos profesionales que estén interesados en el uso de nuevos

materiales para la construcción que contribuyan con el cuidado del medio ambiente, sean más económicos y a la vez brinden seguridad y confort a la familias de nuestro país.

I. ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

La provincia de Piura está ubicada en una zona altamente sísmica, con suelos de baja capacidad portante y otras condiciones desfavorables en lo relacionado a construcción, para afrontar este problema se requiere incrementar las dimensiones de los elementos estructurales de las edificaciones, lo que representa mayores costos en la ejecución; por ello la mayoría de la familias de clase media a baja opta por disminuir costos evitando contratar a un profesional calificado, utilizando materiales de baja calidad y como consecuencia se ejecutan viviendas que no cuentan con el mínimo criterio técnico sin cumplir ninguna normativa y convirtiéndose en un potencial peligro para sus ocupantes y viviendas vecinas ante un evento sísmico.

Dentro de los sistemas estructurales más utilizados en nuestro país se tiene a la albañilería confinada y Piura no es la excepción, Rivas Medina (2018) aduce que La albañilería estructural es una de las alternativas de construcción, en edificaciones de mediana altura, más utilizadas en la ciudad de Piura como solución al problema del déficit habitacional. Sin embargo, en algunos casos las buenas prácticas constructivas y estructurales están siendo obviadas y la construcción de algunas edificaciones se ha tornado informal. Otro problema relacionado a construir con este sistema estructural es que los principales materiales que lo componen como son el cemento, acero y agregados, causan un impacto negativo considerable al medio ambiente durante el proceso de fabricación y obtención.

El bambú o guadua es una planta presente en nuestro país así como en países vecinos como Ecuador, Colombia y Venezuela, lugares donde se le ha dado la debida importancia y se ha promovido su inserción en la industria de la construcción gracias a un gran número de proyectos de investigación que han permitido conocer sus grandes propiedades mecánicas que le permiten tener un excelente comportamiento estructural; además de ser un material de bajo costo, ecológicamente amigable y permitir una rápida construcción.

En nuestro país se ha utilizado el bambú por generaciones, en distintas formas pero hasta ahora no se le ha dado la debida importancia en la industria de la construcción, nuestro país cuenta con la Norma Técnica Peruana (NTP) E.100 Bambú, además de diversos manuales y distintos proyectos piloto que buscan promover su uso; pero a pesar de ello la población lo sigue viendo como un material débil o de uso temporal, esto se debe a la falta de investigación en nuestro país que ayude a identificar los beneficios que nos puede ofrecer este material respecto a los materiales tradicionales para la realidad de nuestra región.

La finalidad del presente trabajo de investigación es analizar el comportamiento estructural e identificar los beneficios que ofrece una vivienda de bambú en relación a una vivienda de albañilería confinada y a partir ello poder considerarlo como una alternativa para reemplazar a los materiales tradicionales.

1.2. FORMULACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cuál es el comportamiento estructural y los beneficios de una vivienda de bambú respecto a una de albañilería confinada en la provincia de Piura?

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

Es conveniente realizar este trabajo de investigación, debido a que en nuestra ciudad se ha estandarizado el uso de sistemas estructurales tradicionales, que requieren de un presupuesto considerable con el cual la mayoría de las familias no cuenta y optan por recurrir a prácticas constructivas que ponen en riesgo su vida, como lo es la autoconstrucción y la adquisición de materiales de baja calidad; a esto se suma que la ciudad de Piura presenta un conjunto de condiciones desfavorables para la construcción, como el hecho de estar ubicada en una zona altamente sísmica, con suelos que tienen baja capacidad portante y presencia de nivel freático elevado. Es por ello que se busca analizar el comportamiento estructural y los beneficios que puede ofrecer el bambú para las características geográficas de nuestra ciudad y la realidad de nuestra población respecto al sistema estructural más utilizado como es la albañilería confinada.

Este trabajo también permitirá conocer más sobre el bambú o Guadua, una planta que crece en nuestra región y que es ecológicamente amigable, con la finalidad de poder reemplazar a los materiales tradicionales cuyo proceso de producción generará un alto impacto negativo al medio ambiente, de esta manera fomentar un modelo de vivienda que contribuya con el cuidado de este; de bajo costo, rápida y fácil ejecución y un buen comportamiento estructural.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

Analizar el Comportamiento estructural e identificar los Beneficios de una Vivienda de Bambú respecto a una de albañilería confinada en la Provincia de Piura.

1.4.2. Objetivos Específicos

- ✓ Proponer un diseño de vivienda que se ajuste a las necesidades básicas para que una familia se puede desarrollar, que cumpla con el RNE.
- ✓ Realizar una comparación del comportamiento estructural de una vivienda de bambú y de albañilería confinada.
- ✓ Identificar los beneficios de una vivienda con bambú respecto a una de albañilería confinada.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Huarcaya Lizana (2010) en su tesis “Determinación de Resistencia de Uniones Estructurales En el Bambú (*Guadua Angustifolia*), Boque: Flor del Valle, Distrito/Provincia: Rioja, Departamento: San Martín.” Aduce que la naturaleza del ser humano es buscar que la vida sea más fácil, lo lleva a buscar siempre nuevas soluciones a sus necesidades más básicas, soluciones prácticas y económicas. Es así que el bambú surge como alternativa, como material de construcción, esto gracias a sus propiedades de resistencia a la tracción, compresión y flexión. En países como Colombia o Ecuador el uso del bambú se ha diversificado mayormente debido a la abundancia del mismo y a las propiedades del clima tropical. En el Perú contamos con presencia de bambú guadua a nivel nacional localizado en diversos departamentos, pero no existe información técnica suficiente para que pueda ser utilizado en toda su magnitud. El bambú es considerado como un material con excelentes propiedades, sin embargo en el país aún no se encuentra normada ni los ensayos de laboratorio ni su utilización, y mucho menos con experiencias previas documentadas académicamente sobre las posibles soluciones a la que es una de las mayores dificultades a la hora de construir con bambú, las uniones estructurales. En su estudio determinó las propiedades físicas y mecánicas de manera práctica siguiendo la normalización para la realización de ensayos en el Laboratorio de resistencia de materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería y también se busca de manera práctica hallar opciones en la construcción de uniones usando métodos de aplicación sencilla y económicas en el campo de las uniones realizadas con bambú, en especial las uniones colíneales, perpendiculares y diagonales.

EL 2012 en el Perú se implanta la NTP E.100 Bambú al Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), cuyo objetivo es Establecer los lineamientos técnicos que se deben seguir para el diseño y construcción de edificaciones sismorresistente con bambú: *Guadua angustifolia* y otras especies de características físico mecánicas similares.

Villada Castañeda (2015) en su tesis “La Guadua una Alternativa para la Construcción de Viviendas de Interés Social”, tuvo como objetivo presentar la guadua como una alternativa para la construcción de viviendas de interés social, señalando con mucha precisión las razones por el cual se cree que este material es el más apropiado para tal fin. También quiso enfocar la ventaja de sismo resistencia que posee este material, la que se puede evidenciar y ser avalada por norma de sismo resistencia (NSR-10). Y por último se buscó demostrar, por medio de consultas en diferentes referencias literarias, el impacto positivo que puede generar el cultivo de la guadua, con respecto al cuidado del medio ambiente y a nivel social. Esta investigación se realizó con el fin de demostrarle al gobierno, administraciones municipales y a las empresas constructoras las ventajas que se pueden obtener al utilizar la guadua como material de construcción de las (VIS). Básicamente se realizó este proyecto de desarrollo tecnológico con soporte en propuestas de diferentes autores, y otra parte fue trabajo de campo, en donde se pudo consolidar, los diferentes conceptos y conocimientos de profesionales de la construcción, de igual forma fue posible hablar con personal especializado en el aprovechamiento de la guadua, de lo cual se obtuvieron los estudios técnicos y de viabilidad de este proyecto.

Paredes Angulo (2017) en su tesis “Uso del Bambú como Material Estructural Caso Vivienda Ecológica en Tarapoto-2017” busco dar a conocer las posibilidades del uso del bambú como un material estructural de mano con los diferentes reglamentos nacionales. Para ello dimensionó cada elemento (Tijeral, vigas, columnas, muros y cimiento corrido). Se planteó al bambú como una alternativa ecológica en la construcción de una vivienda debido a que su utilización no genera deforestación y a su corto periodo de crecimiento, es por eso que el objetivo general de este trabajo de investigación fue conocer el uso del bambú como material estructural en la construcción de una vivienda tecnológica en Tarapoto.

Rivas Medina (2018) en su tesis “Análisis Técnico-Económico-Comparativo entre Sistemas Estructurales de Albañilería Confinada y Albañilería Armada en una Vivienda de tres niveles de la Ciudad de Piura” busco analizar y comparar los sistemas estructurales de albañilería confinada y albañilería armada, con el propósito de estudiar su eficiencia estructural y económica. Por ello, considero en su investigación un análisis del comportamiento de un edificio multifamiliar de 03 niveles para ambos sistemas. En el estudio se tomó en cuenta el comportamiento estructural del edificio y el aspecto económico asociado a su presupuesto, con el fin de analizar cuantitativamente el beneficio de cada uno de ellos. En primer lugar, se realizó el predimensionamiento, y posterior a ello se realizó el diseño de los elementos estructurales y su respectivo comportamiento sísmico. Luego elaboró los metrados, análisis de precios unitarios y el presupuesto para cada uno de los sistemas, de acuerdo a los cálculos obtenidos y especificados en los planos para albañilería confinada y albañilería armada. Una vez analizados los resultados, concluyó que la albañilería armada tiene un mejor comportamiento estructural que la albañilería confinada, en tanto que la albañilería confinada, tiene una mayor eficiencia económica con respecto a la albañilería armada. Todo ello, en el marco de las exigencias estipuladas en la Norma E.070 Albañilería, del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú.

2.2. BASES TEÓRICAS

En el desarrollo de esta investigación se tendrá como base las siguientes normas del Reglamento nacional de Edificaciones (RNE).

- ✓ NTP E.020: Cargas
- ✓ NTP E.030: Diseño sismorresistente
- ✓ NTP E.060: Concreto Armado
- ✓ NTP E.070: Albañilería
- ✓ NTP E.100: Bambú

2.2.1. Criterio de Sostenibilidad de materiales

Los materiales cumplen un papel protagonista en la estructura física del cuerpo inerte del edificio, por lo que es fundamental considerar la sostenibilidad como criterio en la selección de los materiales para el desarrollo proyectual de todo tipo de diseño, construcción y/o fabricación, desde el aspecto ambiental y socio económico. (Cerrón Oyague, 2016)

2.2.2. Sistema Constructivo

Es un conjunto de elementos, materiales, técnicas, herramientas, procedimientos y equipos que son característicos para un tipo de edificación en particular. La diferencia- de los sistemas constructivos, además de lo mencionado, es la forma en que se ven y se comportan estructuralmente los elementos de la edificación, como son los pisos, muros, techos y cimentaciones. Todo sistema constructivo tiene sus propias particularidades como los elementos que lo componen, procesos constructivos, grado de industrialización, elementos de prefabricación. (Flores Alvarado, 2014)

2.2.3. Sistema Constructivo Convencional o Tradicional

Se utiliza la denominación de sistema constructivo convencional (SCC) aquel que tiene bloques de arcilla (ladrillo) y columnas, vigas y losas de concreto armado. El uso de este sistema es el más difundido en el país y cuenta con normas técnicas que lo regulan, siendo el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), el documento que contiene las normas técnicas para habilitaciones urbanas y edificaciones. Dentro de estos sistemas se puede incluir a sistemas compuestos por pórticos de vigas y columnas, albañilería confinada, albañilería armada, muros de ductilidad limitada (MDL) y otros donde se use el ladrillo y el cemento. Al ser este sistema ampliamente conocido, estudiado y

existiendo abundante información que describen las características, procesos constructivos, materiales de este sistema, se denomina convencional. (Flores Alvarado, 2014)

2.2.4. El Bambú

(Mora, 2005) Esta planta monocotiledónea pertenece a la familia Poaceae, –Subfamilia Bambusoideae; la palabra bambú, tal como se le conoce, es de origen chino, en inglés denominada “bamboo”. Se estiman que a este grupo vegetal pertenecen alrededor de 1600 especies, distribuidas en 121 géneros, 25 herbáceas y 96 leñosos; al menos 400 especies de bambú son originarias de la China. Dentro del grupo de especies de bambú se encuentran varios géneros, dentro de las cuáles se encuentran bambúes leñosos y herbáceos. La denominación bambú, palabra de origen chino, se refiere principalmente a las plantas leñosas.

De los bambúes leñosos, que destacan por su importancia económica, se menciona a los siguientes géneros:

- ✓ Phyllostachys (en Asia)
- ✓ Bambusa (en Asia)
- ✓ Gigantochloa (en Asia)
- ✓ Dendrocalamus (en Asia)
- ✓ Arundinaria (en Asia, América Del Norte)
- ✓ Guadua (en América Central y A del Sur, zonas tropicales y subtropicales)
- ✓ Chusquea (en América del Sur: Chile)

Para el desarrollo de proyecto se trabajara con la NTP E.100 Bambú del RNE, en la cual nos da todas los lineamientos y requisitos técnicos mínimos a considerar para el diseño de edificaciones de bambú, a continuación se muestran algunas las siguientes definiciones de algunos términos que se utilizaran a lo largo del desarrollo de este trabajo de Investigación y algunas propiedades mecánicas extraídas de esta norma.

2.2.4.1. Bambú o Planta de Bambú:

Es un recurso natural renovable. Planta herbácea con tallos leñosos, perteneciente a la familia de las Poaceae (gramíneas), sub familia Bambúesoideae, tribu Bambúeseae.

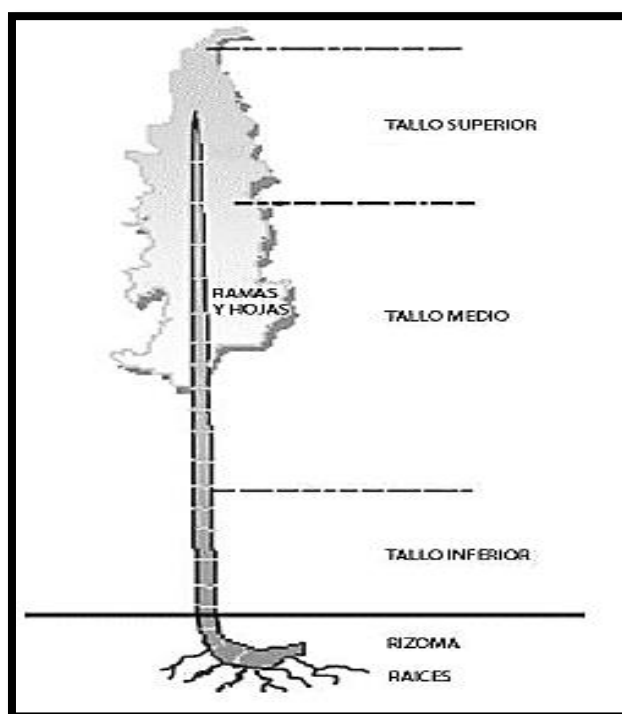


Figura 2. 1: División de Planta de Bambú

Fuente: NTP E.100 Bambú

2.2.4.2. Partes de la Caña de Bambú:

La caña de bambú es el tallo de la planta de bambú que por lo general es hueco y nudoso y está conformado por las siguientes partes:

- ✓ **Nudo:** Parte o estructura del tallo que lo divide en secciones por medio de diafragmas.
- ✓ **Entrenudo:** Parte de la caña comprendida entre dos nudos.
- ✓ **Diafragma:** Membrana rígida que forma parte del nudo y divide el interior de la caña en secciones.
- ✓ **Pared:** Parte externa del tallo formada por tejido leñoso.

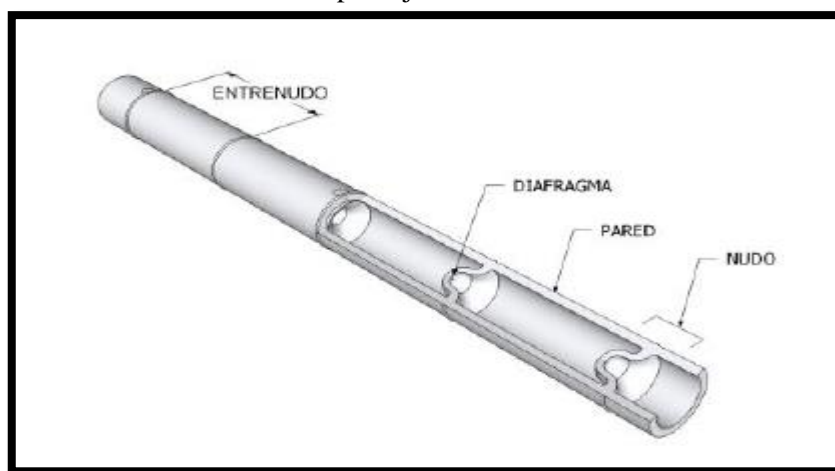


Figura 2. 2: Partes de Caña de Bambú.

Fuente: NTP E.100 Bambú.

2.2.4.3. Ventajas y desventajas de usar el bambú

Carpio y Vásquez (2016) en su tesis “Características Físicas y Mecánicas del Bambú para Fines Estructurales” presentan un conjunto de ventajas y desventajas acerca del bambú las cuales se mencionan a continuación:

➤ **Ventajas**

- ✓ El bambú como material es liviano y resistente, las estructuras construidas con bambú son ligeras, flexibles y resistentes, lo que le dan a la estructura una característica sismo resistente.
- ✓ Por ser un material de poco peso es fácil de transportar, almacenar y esto da la posibilidad de construir estructuras rápidas, temporales o permanentes.
- ✓ Los bambúes se utilizan en su totalidad, es una planta que no posee corteza o alguna parte que pueda considerarse desperdicio.
- ✓ Una ventaja muy importante del bambú, es que puede utilizarse con algún otro material de construcción como por ejemplo el concreto, como elemento de concreto.
- ✓ Es un recurso renovable.

➤ **Desventajas**

- ✓ El bambú es vulnerable a los rayos ultravioleta y al agua, a la humedad, por tanto requiere de alguna protección durante el manejo, la ejecución y mantenimiento de este material. Si el bambú está en contacto directo con el suelo y humedades perderá algunas características de resistencia.
- ✓ El bambú como toda planta esta vulnerable al ataque de insectos y hongos. Por esto debe ser curado durante su corte.
- ✓ Su comportamiento estructural puede variar mucho dependiendo de la especie y esta a su vez del lugar donde crece, la edad, contenido de humedad, sección del culmo a ser utilizada.
- ✓ El diámetro del bambú y el espesor de su varilla varía a lo largo de toda la caña, lo que causa algunas veces dificultades en la construcción.
- ✓ El bambú al secarse se contrae y su diámetro se reduce. Se debe prever que las piezas estén secas y/o tomar en cuenta este cambio.

2.2.4.4. Método de Diseño

El diseño de los elementos estructurales de bambú en conformidad con la NTP.E.100 Bambú deberá hacerse para cargas de servicio, utilizando el método de esfuerzos admisibles los cuales serán aplicables al bambú estructural.

Para el diseño por el método de esfuerzos admisibles se tomarán las siguientes combinaciones de cargas planteadas por la NTP E.020 Cargas.

- ✓ (1) D
- ✓ (2) D + L
- ✓ (3) D + (W ó 0,70 E)
- ✓ (4) D + T
- ✓ (5) [D + L + (W ó 0,70 E)]
- ✓ (6) [D + L + T]
- ✓ (7) [D + (W ó 0,70 E) + T]
- ✓ (8) [D + L + (W ó 0,70 E) + T]

Donde:

D = Carga muerta, según Capítulo 2

L = Carga viva, Capítulo 3

W = Carga de viento, según Artículo 12

E = Carga de sismo, según NTE E.030 Diseño Sismo- resistente

T = Acciones por cambios de temperatura, contracciones y/o deformaciones diferidas en los materiales componentes, asentamientos de apoyos o combinaciones de ellos.

2.2.4.5. Características Técnicas para el Bambú Estructural:

- ✓ Para la aplicación de la presente norma, debe utilizarse la especie *Guadua angustifolia*.
- ✓ La edad de cosecha del bambú estructural debe estar entre los 4 y los 6 años.
- ✓ El contenido de humedad del bambú estructural debe corresponderse con el contenido de humedad de equilibrio del lugar. Cuando las edificaciones se construyan con bambú en estado verde, el profesional responsable debe tener en cuenta todas las precauciones posibles para garantizar que las piezas al secarse tengan el dimensionamiento previsto en el diseño.
- ✓ El bambú estructural debe tener una buena durabilidad natural y estar adecuadamente protegido ante agentes externos (humos, humedad, insectos, hongos, etc.).
- ✓ Las piezas de bambú estructural no pueden presentar una deformación inicial del eje mayor al 0.33% de la longitud del elemento. Esta deformación se reconoce al colocar la pieza sobre una superficie plana y observar si existe separación entre la superficie de apoyo y la pieza.
- ✓ Las piezas de bambú estructural no deben presentar una conicidad superior al 1.0%
- ✓ Las piezas de bambú estructural no pueden presentar fisuras perimetrales en los nudos ni fisuras longitudinales a lo largo del eje neutro del elemento. En caso de tener elementos con fisuras, estas deben estar ubicadas en la fibra externa superior o en la fibra externa inferior.
- ✓ Piezas de bambú con agrietamientos superiores o iguales al 20% de la longitud del tronco no serán consideradas como aptas para uso estructural.
- ✓ Las piezas de bambú estructural no deben presentar perforaciones causadas por ataque de insectos xilófagos antes de ser utilizadas.
- ✓ No se aceptan bambúes que presenten algún grado de pudrición.

Los elementos estructurales de bambú deberán diseñarse teniendo en cuenta criterios de resistencia, rigidez y estabilidad. Deberá considerarse en cada caso la condición que resulte más crítica.

2.2.4.6. Requisitos de Resistencia

Los elementos estructurales de bambú deben diseñarse para que los esfuerzos aplicados, producidos por las cargas de servicio y modificados por los coeficientes aplicables en cada caso, sean iguales o menores que los esfuerzos admisibles del material.

2.2.4.7. Requisitos de Rigidez

- ✓ Las deformaciones deben evaluarse para las cargas de servicio.
- ✓ Se consideraran necesariamente los incrementos de deformación con el tiempo (deformaciones diferidas) por acción de cargas aplicadas en forma continua.
- ✓ Las deformaciones de los elementos y sistemas estructurales deben ser menores o iguales que las admisibles.
- ✓ En aquellos sistemas basados en el ensamble de elementos de bambú se incluirán adicionalmente las deformaciones en la estructura debidas a las uniones, tanto instantáneas como diferidas.

2.2.4.8. Cargas

Las estructuras deben diseñarse para soportar todas las cargas provenientes de:

- ✓ Peso propio y otras cargas permanentes o cargas muertas.
- ✓ Sobrecarga de servicio o cargas vivas.
- ✓ Sobrecargas de sismos, vientos, precipitaciones y otras.

La determinación de las sobrecargas de servicio y cargas de viento, sismo y nieve, se efectuará de acuerdo a lo señalado por la norma E.020 Cargas, del Reglamento Nacional de Edificaciones.

2.2.4.9. Esfuerzos Admisibles

Los esfuerzos admisibles que deberán usarse en el diseño de elementos estructurales de bambú de la especie Guadua, son los que se consignan en la Tabla 2.1.

Tabla 2. 1: Esfuerzos Admisibles				
Flexión	Tracción Paralela	Compresión Paralela	Corte	Compresión Perpendicular
f_m	f_t	f_c	f_v	f'_c
5Mpa	16Mpa	13Mpa	1Mpa	1.3 Mp
$50kg/m^2$	$1600kg/m^2$	$1300kg/m^2$	$100kg/m^2$	$13 kg/m^2$

Fuente: NTP E.100 Bambú

2.2.4.10. Densidad y Sección Transversal

Mora (2005) nos define el valor de la densidad media para el bambú del genero Guadua angustifolia es de 0.7 ton/m² y sus la dimensión de su diámetro están entre 10-16 cm, con un espesor de caña entre 15-20 mm, además nos define algunos requisitos a tener encuentra.

Los requisitos exigidos para el bambú en construcción son los siguientes:

- ✓ Uso de cañas maduras, entre 4-5 años. En el caso de Guadua, que hayan crecido entre los 1300 a 2600 msnm, en zonas de alta precipitación.
- ✓ Caña cortada en período de cuarto menguante, con tratamiento de vinagrado
- ✓ Diámetros mayores a 12 cm de diámetro.
- ✓ Longitudes mínimas de 5 m.
- ✓ Debe estar seca y almacenada bajo sombra.
- ✓ Tratamiento de inmunización, de preferencia con sales de pentaborato.

2.2.5. Albañilería

La NTP E.070 Albañilería nos da las siguientes definiciones acerca de este material y de los componentes:

2.2.5.1. Albañilería Confinada

Albañilería reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, vaciado posteriormente a la construcción de la albañilería. La cimentación de concreto se considera como confinamiento horizontal para los muros del primer nivel.

La Albañilería Confinada se caracteriza por estar constituida por un muro de albañilería simple enmarcado por una cadena de concreto armado, vaciada con posterioridad a la construcción del muro. Generalmente, se emplea una conexión dentada entre la albañilería y las columnas; esta conexión es más bien una tradición peruana, puesto que en Chile se utiliza una conexión prácticamente a ras que tuvo un buen comportamiento en el terremoto de 1985. El pórtico de concreto armado, que rodea al muro, sirve principalmente para ductilizar al sistema; esto es, para otorgarle capacidad de deformación inelástica, incrementando muy levemente su resistencia, por el hecho de que la viga ("solera", "viga collar", "collarín" o "viga ciega") y las columnas son elementos de dimensiones pequeñas y con escaso refuerzo. Adicionalmente, el pórtico funciona como elemento de arriostre cuando la albañilería se ve sujeta a acciones perpendiculares a su plano. (Rivas Medina, 2018)

2.2.5.2. Altura Efectiva

Distancia libre vertical que existe entre elementos horizontales de arriostre. Para los muros que carecen de arriostres en su parte superior, la altura efectiva se considera como el doble de su altura real.

2.2.5.3. Arriostre

Elemento de refuerzo (horizontal o vertical) o muro transversal que cumple la función de proveer estabilidad y resistencia a los muros portantes y no portantes sujetos a cargas perpendiculares a su plano.

2.2.5.4. Columna

Elemento de concreto armado diseñado y construido con el propósito de transmitir cargas horizontales y verticales a la cimentación. La columna puede funcionar simultáneamente como arriostre o como confinamiento.

2.2.5.5. Confinamiento

Conjunto de elementos de concreto armado, horizontales y verticales, cuya función es la de proveer ductilidad a un muro portante.

2.2.5.6. Espesor Efectivo

Es igual al espesor del muro sin tarrajeo u otros revestimientos descontando la profundidad de bruñas u otras indentaciones. Para el caso de los muros de albañilería armada parcialmente rellenos de concreto líquido, el espesor efectivo es igual al área neta de la sección transversal dividida entre la longitud del muro.

2.2.5.7. Unidades de Albañilería de Arcilla

Este tipo de ladrillos son los más comunes, y conocidos por todos. Deben ser bloques prismáticos, con masa sólida del 15 % o más de su volumen nominal, constituido por una mezcla, principalmente de arcilla o suelos arcillosos, con pequeña proporción de agregados finos, debidamente dosificados; mezclada la masa con agua, es compactada, moldeada y calcinada en forma integral. (Rivas Medina, 2018).

2.2.5.8. Muro Arriostrado.

Muro provisto de elementos de arriostre.

2.2.5.9. Muro de Arriostre.

Muro portante transversal al muro al que provee estabilidad y resistencia lateral.

2.2.5.10. Muro No Portante.

Muro diseñado y construido en forma tal que sólo lleva cargas provenientes de su peso propio y cargas transversales a su plano.

2.2.5.11. Muro Portante.

Muro diseñado y construido en forma tal que pueda transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel al nivel inferior o a la cimentación. Estos muros componen la estructura de un edificio de albañilería y deberán tener continuidad vertical.

2.2.5.12. Mortero

Mezcla de aglomerantes y agregado fino a los cual se añadirá la máxima cantidad de agua que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado. (Rivas Medina, 2018)

2.2.5.13. Método de Diseño

La NTP E.070 indica que el diseño para Albañilería se tiene que hacer por método de resistencia, con criterios de desempeño. El diseño está orientado, en consecuencia, a proteger a la estructura contra daños ante eventos sísmicos frecuentes (sismo moderado) y a proveer la necesaria resistencia para soportar el sismo severo, conduciendo el tipo de falla y limitando la degradación de resistencia y rigidez con el propósito de limitar el nivel de daños en los muros, de manera que éstos sean económicamente reparables mediante procedimientos sencillos.

2.3. Glosario De Términos Básicos

A continuación se definen el significado de los términos básicos que serán utilizados a lo largo de este proyecto de investigación.

- ✓ Culmo: Tallo del bambú
- ✓ Latilla: Producto derivado del bambú, el cual conserva su corteza natural por una de las caras.

2.4. Hipótesis

Una vivienda de bambú tiene un mejor comportamiento estructural y presenta diversos beneficios en costo y tiempo de ejecución, en comparación a otra de similares características arquitectónicas de albañilería confinada.

III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. ENFOQUE

El enfoque de este trabajo de investigación es CUANTITATIVO, ya que se analiza y vincula datos que pueden ser medidos o cuantificables.

3.2. DISEÑO

Cuantitativo no experimental

El objetivo de este trabajo de investigación es Analizar el Comportamiento estructural y Beneficios de una Vivienda de Bambú respecto a una de albañilería confinada en la Provincia de Piura, para ello se recopiló toda la información relacionada a diseño estructural, costos de proyectos relacionados, normativa nacional e internacional a partir de ello se elaboró un modelamiento estructural seguido de un diseño, luego; un presupuesto, posteriormente se realizó la interpretación de resultados.

3.3. ASPECTOS ÉTICOS

Este trabajo de investigación cumple con los aspectos éticos que demanda, presentando la declaración jurada de originalidad, indicando no ser copia de otro. En cuanto a las fuentes de información empleadas, serán referenciadas de acuerdo con la normatividad vigente, respetando los derechos de autor.

3.4. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS.

Para el desarrollo de este trabajo de investigación se siguió una secuencia de métodos y procedimientos, los cuales se detallan a continuación:

3.4.1. Definición de las Generalidades del Proyecto

- ✓ Ubicación: Provincia de Piura
- ✓ Uso: Vivienda
- ✓ Niveles: 2 niveles
- ✓ Tipo de Suelo de la edificación: se considerara un tipo de suelo S3
- ✓ Azotea: sobrecarga de 100 kg/m²
- ✓ Acabados en pisos: 100 kg/m²
- ✓ Altura de piso a techo: 2.60 m
- ✓ Altura de alfeizares: 1.00m ventanas bajas y 1.80 para ventanas de baño
- ✓ Área de terreno: 12m x 6m =72 m²
- ✓ Área Techada: 54.21 m²

La configuración de la edificación cumple con las condiciones mínimas para tener un comportamiento sísmico acorde a los principios del diseño sismorresistente planteados en la NTP E.030 como son:

- ✓ Evitar pérdida de vidas humanas.
- ✓ Asegurar la continuidad de los servicios básicos.
- ✓ Minimizar los daños a la propiedad.

También cumple con la concepción estructural sismorresistente como:

- ✓ Simetría en la distribución de masas como rigideces
- ✓ Peso mínimo y disminución de peso en los pisos altos.
- ✓ Selección y uso adecuado de los materiales de construcción.
- ✓ Resistencia adecuada frente a cargas laterales.
- ✓ Continuidad estructural tanto en planta como en elevación, se tiene una ligera irregularidad en planta pero para ello se ha utilizado un factor de irregularidad de 0.9.
- ✓ Ductilidad (capacidad de deformación de la estructura más allá del rango elástico)
- ✓ Deformación lateral limitada
- ✓ Inclusión de líneas sucesivas de resistencia

3.4.2. Diseño en Albañilería Confinada

El diseño en albañilería cumple con los requisitos y exigencias mínimas para el análisis, diseño, los materiales de construcción planteados en la NTP. E.070 Albañilería, además se ha tomado algunas consideraciones para el predimensionamiento y para el análisis planteado por el Ing. Ángel San Bartolomé en sus libros “Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado” y “construcciones de albañilería

3.4.2.1. Planos Generales de la Vivienda de albañilería y distribución e elementos estructurales

En la siguiente imagen se presenta una vista de planta de la Vivienda

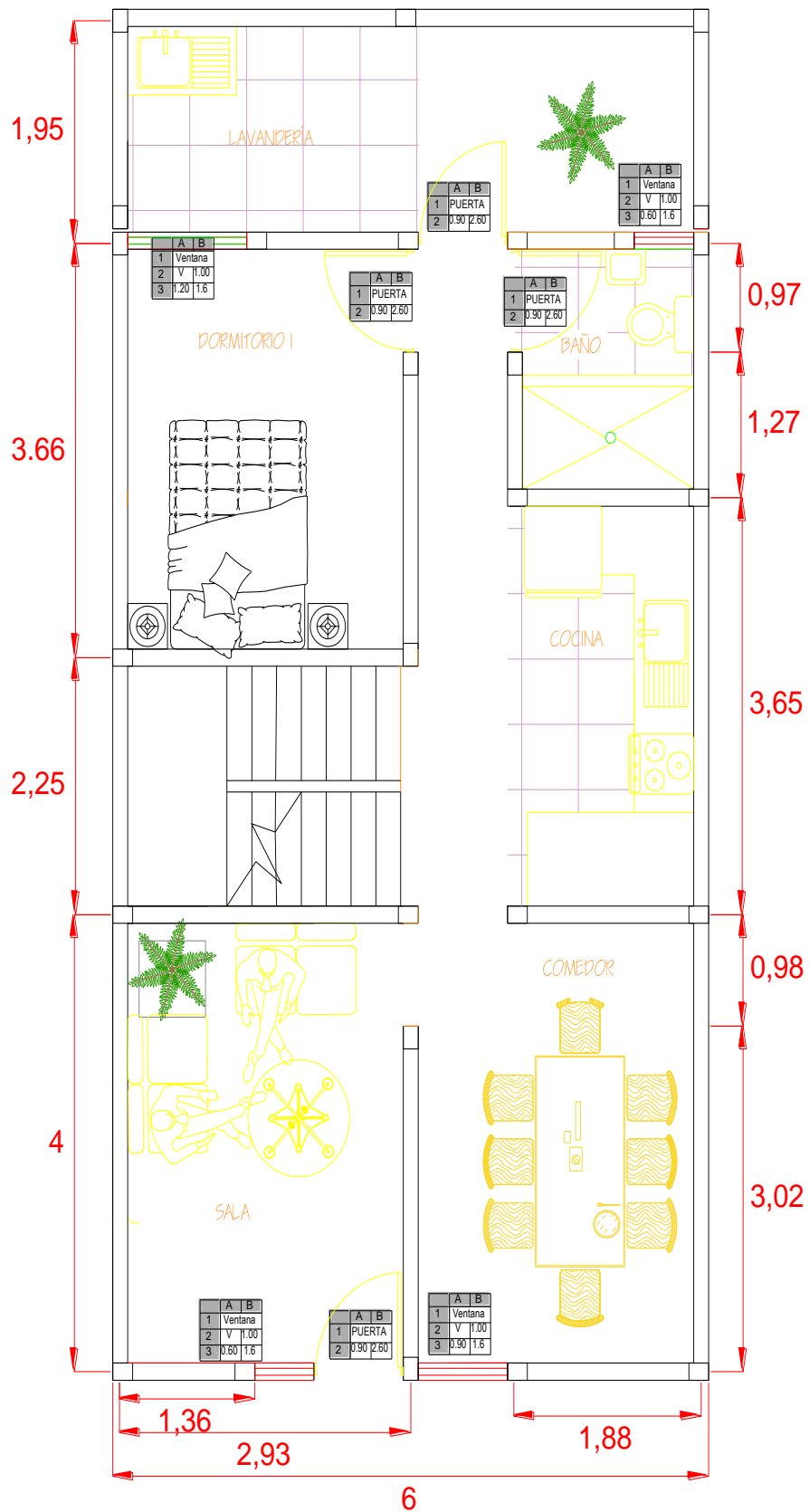


Figura 3. 1: Vista de planta de la vivienda.

3.4.2.2. Características de los Materiales

En la siguiente imagen se presenta una vista de planta de la Vivienda

➤ Albañilería

- ✓ Ladrillos clase IV sólidos (< 30% de huecos), tipo King Kong Industrial de arcilla, $t=13\text{cm}$, $f'b=145\text{kg/cm}^2$
- ✓ Mortero: relación cemento – arena 1 : 4 (muros portantes)
- ✓ Pilas: resistencia característica a compresión $= f'm = 65\text{ kg/cm}^2 = 650\text{tn/m}^2$
- ✓ Muretes: resistencia característica a corte puro $= V'm = 8.1\text{ kg/cm}^2 = 81\text{ tn/m}^2$
- ✓ Módulo de elasticidad $= E_m = 500f'm = 32,500\text{ kg/cm}^2 = 325,000\text{tn/m}^2$
- ✓ Módulo de corte $= G_m = 0.40E_m = 13,000\text{ kg/cm}^2$
- ✓ Módulo de Poisson $= \nu = 0.25$

➤ Concreto

- ✓ Resistencia nominal a compresión $= f'c = 210\text{ kg/cm}^2$
- ✓ Módulo de Elasticidad $= E_c = 200,000\text{ kg/cm}^2 = 2'000,000\text{ ton/m}^2$
- ✓ Módulo de Poisson $= \nu = 0.15$

➤ Acero de refuerzo

- ✓ Corrugado, grado 60, esfuerzo de fluencia $= F_y = 4,200\text{ kg/cm}^2 = 4.2\text{ ton/cm}^2$.

3.4.2.3. Predimensionamiento de elementos estructurales

En la siguiente imagen se presenta una vista de planta de la Vivienda

➤ Losa Maciza

La losa maciza tendrá la función de un diafragma rígido, el cual tiene la finalidad compatibilizar los desplazamientos laterales, transmitir las cargas de gravedad a los muros.

Se optó usar losas macizas en dos direcciones en techo y entrepiso, con la finalidad de tener una mejor distribución de las cargas de gravedad en los muros, el Ing. Antonio Blanco Blasco el libro de Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado, plantea la siguiente expresión para el predimensionamiento de losas.

$$h \geq \frac{Ln}{40} \text{ ó } \sum \frac{L}{180}$$

Donde

h : Peralte de la losa armada en dos direcciones

Ln : Luz libre del tramo mayor

L : longitud del perímetro del paño de la losa

Para nuestra edificación la luz libre del tramo mayor es: 3.85m y este año tiene un perímetro de 13.26m.

$$h \geq \frac{3.85}{40} = 0.1m$$

$$h \geq \sum \frac{13.26}{180} = 0.07m$$

El peralte mínimo es de 10cm, pero se consideró un peralte de 12 cm, que permitirá una mejor distribución y trabajo del refuerzo.

➤ Vigas principales

Las dimensiones del pre diseño de las vigas principales se calculó con las siguientes expresiones:

$$h \geq \frac{Ln}{10} \text{ a } \frac{Ln}{12} \text{ y } 0.3h < b_w < 0.5h$$

Donde:

h : Peralte de la viga

Ln: Luz libre de viga

b_w = Base de viga

En nuestro proyecto la única viga principal con la que se cuenta es en la llega y partida de escalera, la cual tiene una luz libre de 2.1 m.

$$h \geq \frac{2.1}{10} = 0.21$$

$$h \geq \frac{2.1}{12} = 0.175$$

Se tomará un peralte de 25 cm, el cual es mayor al peralte mínimo de 21cm.

$$0.3(25) < b_w < 0.5(25)$$

$$0.075m < b_w < 0.125m$$

La dimensión de la base calculada es 0.125m, pero esta no cumple con lo plateado en la NTP E.060, la cual plantea que el ancho mínimo para elementos estructurales con compromiso sísmico debe ser de 0.25m, por lo tanto las dimensiones de la viga principal seria:

$$h = 0.25m$$

$$b_w = 0.25m$$

➤ Vigas Soleras

Las vigas soleras tendrán el peralte igual al espesor de la losa (12cm) y un ancho igual al de los muros portantes de (13cm).

➤ Vigas Dinteles o de Amarre para Independización de Alféizars

Tendrán las mismas dimensiones que las vigas soleras, con la finalidad de facilitar el proceso constructivo.

➤ Vigas Chatas

Las dimensiones de las vigas chatas tendrán el mismo espesor de la losa y ancho suficiente para albergar el acero mínimo (0.13x0.12). Su función será únicamente cerrar los paños correspondientes a la losa maciza.

➤ Predimensionamiento Escalera

Las dimensiones de la escalera a utilizar se calcularan de la siguiente manera

$$t \geq \frac{h}{25} \geq \frac{2.8}{25} = 0.11$$

Donde:

h : Altura entre pisos

t : Espesor de garganta de escalera

Se considerara espesor de 12 cm, lo que permitirá una mejor distribución de acero.

Se utilizara contrapisos de 0.17, y pasos de 25 cm.

$$cp = \frac{2.72}{0.17} = 16$$

Estas dimensiones deberán cumplir la siguiente expresión.

$$0.6 \leq 2 * cp + p \leq 0.64$$

$$0.6 \leq 2 * 0.17 + 0.25 \leq 0.64$$

$$0.6 \leq 0.60 \leq 0.64$$

Las dimensiones planteadas cumplen con la expresión, por tanto se tendrá una garganta de 12cm, paso de 25cm y contrapisos de 17,5 cm, y el ancho de la escalera será de un metro.

3.4.2.4. Muros de Albañilería

Las condiciones que deberán considerarse para los muros portantes serán las siguientes:

- ✓ Continuidad estructural
- ✓ Muros confinados de longitud menor a 5 m
- ✓ Muros contribuyentes se consideran los de longitud mayor a 1.20m.
- ✓ Separación mediante juntas con alfeizar para evitar efecto de columnas corta
- ✓ Todos los muros arriostrados con elementos verticales y horizontales de concreto armado.

➤ **Espesor efectivo “t”:**

Para el cálculo del espesor mínimo de muros portantes se usara la siguiente expresión, extraída de la NTP E.0.70, la cual dependerá de la zona sísmica donde se ubica la edificación.

$$t = \frac{h}{20}; \text{para Zona Sísmica 2, 3 y 4.}$$

$$t = \frac{h}{25}; \text{para Zona Sísmica 1}$$

Donde:

h : Altura libre entre elementos de arriostre Horizontales

t: Espesor efectivo de muro

El lugar de ejecución del proyecto será la provincia de Piura ubicado en una zona sísmica 4, por tanto se utilizó la siguiente expresión para determinar el espesor efectivo de muros:

$$t=h/20= 2.60/20=0.13\text{m}$$

Por tanto el espesor mínimo de muro será de 0.13m.

➤ **Densidad Mínima de Muros Confinados**

La NTP E.070 del RNE nos da la siguiente expresión para determinar la densidad mínima de muros portantes a reforzar en cada dirección de un edificio.

$$\frac{\sum L \cdot t}{A_p} \geq \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot N}{56}$$

Donde:

L= Longitud de muros, incluye columnas (solo intervienen muros con L>1.2m)

t= Espesor efectivo de muros

Z= Factor de Zona Sísmica

U= Factor de Uso o Importancia de la edificación

S= Factor de amplificación del Suelo

N= Número de Pisos del Edificio

El valor de estos factores será extraído de la NTP E.030 “Diseño Sismorresistente”.

Z= 0.45 Correspondiente a la zona sísmica 4

U= 1 Edificio de uso común

S= 1.10 Se asumió un suelo blando S3, ya que supone la situación más desfavorable.

N= 2 Número de pisos

Reemplazando en la expresión anterior se obtiene el siguiente valor:

$$\frac{0.45 * 1 * 1.1 * 2}{56} = 0.0177$$

En la Tabla 3.1 Se hace el cálculo de la densidad de muros dirección X-X como en dirección Y-Y.

Tabla 3. 1: Densidad de Muros							
Dirección X-X				Dirección Y-Y			
Muro	L (m)	t (m)	Ac(m ²)	Muro	L (m)	t (m)	Ac(m ²)
X1	1.36	0.13	0.177	Y1	4	0.13	0.52
X2	2.93	0.13	0.381	Y2	2.25	0.13	0.2925
X3	2.93	0.13	0.381	Y3	3.64	0.13	0.4732
X4	1.57	0.13	0.204	Y4	3.02	0.13	0.3926
X5	1.36	0.13	0.177	Y5	2.67	0.13	0.3471
X6	1.88	0.13	0.244	Y6	1.27	0.13	0.1651
X7	1.88	0.13	0.244	Y7	4	0.13	0.52
X8	1.88	0.13	0.244	Y8	3.65	0.13	0.4745
				Y9	2.24	0.13	0.2912
sumatoria de Área de muros (m ²)			2.05				3.48
L.t/AP			0.038				0.064

Densidad de muros en X-X=0.038>0.018 OK

Densidad de muros en Y-Y=0.064>0.018 OK

La densidad de muros para la dirección X-X y Y-Y es mayor al mínimo requerido planteado en la NTP E.070.

➤ Verificación del Esfuerzo Axial por Cargas de Gravedad

Para verificar el esfuerzo axial máximo se identificó el muro que resiste la mayor carga para verificar que el esfuerzo actuante sea menor al admisible, de no cumplirse esta expresión habría que mejorar la calidad de la albañilería, aumentar el espesor del muro, cambiarlo por una placa de concreto armado, o ver la manera de reducir la magnitud de la carga axial.

El esfuerzo máximo admisible producido por la carga de gravedad máxima de servicio, incluyendo el 100% de sobrecarga. Será inferior a:

$$F_a = \frac{P_m}{L_t} \leq 0.2f_m \left(1 - \left(\frac{h}{35t}\right)^2\right) \leq 0.15f_m$$

Donde:

P_m : Carga máxima de servicio

L_t : Longitud total de muro (incluye peralte de columna).

h : Altura libre entre elementos de arriostre Horizontales

f_m : Resistencia a la compresión axial de la albañilería

$$F_a = \frac{P_m}{L_t} \leq 0.2 * 650 \left(1 - \left(\frac{2.60}{35 * 0.13}\right)^2\right) \leq 0.15 * 650$$

$$F_a = \frac{P_m}{L_t} \leq 87.55 \frac{kg}{cm^2} \leq 97.5 \frac{kg}{cm^2}$$

Gobierna el menor valor $F_a = 87.55 \text{ kg/cm}^2$

Revisando la zona central del muro más esforzado (Y4) y contemplando al 100% de sobrecarga, se tiene sobre una longitud unitaria de muro:

- ✓ Ancho tributario de losa = 1.39 m (Sala) + 1.39 m (Comedor) = 2.78 m
- ✓ Carga proveniente de la losa de azotea = (0.288 + 0.1 + 0.1) x 2.78 = 1.36 ton/m
- ✓ Carga proveniente de la losa en pisos típicos = (0.288 + 0.1 + 0.2) x 2.78 = 1.63 ton/m
- ✓ Peso propio del muro en un piso típico = 0.274 x 2.60 + 2.4 * 0.12 * 0.13 = 0.75 ton/m
- ✓ Carga axial total = $P_m = 1.36 + 1 \times 1.63 + 2 \times 0.75 = 4.49 \text{ ton/m}$
- ✓ Esta carga produce un esfuerzo axial máximo:
- ✓ $\sigma_m = P_m / t = 4.49 / 0.13 = 34.53$
- ✓ $\sigma_m = 34.53 \text{ ton/m}^2 < F_a = 87.55 \text{ kg/cm}^2$

En consecuencia, por carga vertical, es posible emplear muros en aparejo de soga con un espesor de 13cm.

3.4.2.5. Metrado de cargas

Las cargas actuantes en cada muro se obtienen sumando las cargas directas (peso propio, peso de soleras, dinteles, ventanas y alféizares) más las cargas indirectas (provenientes de la losa del techo: peso propio, acabados y sobrecarga).

✓ Pesos Volumétricos

Peso volumétrico del concreto armado: 2.4 ton/m³.

Peso volumétrico de la albañilería: 1.8 ton/m³

Peso volumétrico del tarrajeo: 2.0 ton/m³

✓ Pesos de Techos

Peso propio de la losa maciza 12cm= $2.4 \times 0.12 = 0.288$ ton/m²

Sobrecarga (incluso en escalera)=0.2 ton/m², excepto en azotea: 0.1 ton/m²

Acabados= 0.1 ton/m²

✓ Peso de Muros

Peso de los muros de albañilería con 1 cm de tarrajeo: $1.8 \times 0.13 + 2.0 \times 0.02 = 0.274$ ton/m²

Ventanas: 0.02 ton/m²

➤ Cargas Directas

Para obtener las cargas directas primeramente se determinará las cargas en la zona de muros por unidad de longitud en cada sección vertical típica (Figura 3.2), empleando las cargas unitarias consideradas para Albañilería confinada.

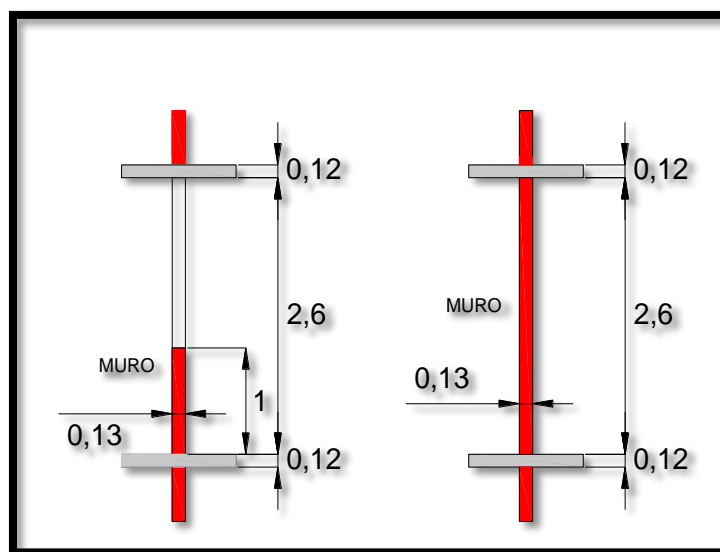


Figura 3. 2: Secciones verticales típicas

✓ Zona puertas

Piso típico y azoteas= $0.13 \times 0.12 \times 2.4 = 0.04$ ton/m

✓ Zona de muros de albañilería:

Piso típico $w = 2.6 \times 0.274 + 0.13 \times 0.12 \times 2.4 = 0.75$ ton/m

Azotea $w = 1.0 \times 0.274 + 0.13 \times 0.12 \times 2.4 = 0.31$ ton/m

✓ Zona ventanas:

Piso típico $w = 1.0 \times 0.274 + 0.13 \times 0.12 \times 2.4 + 1.6 \times 0.02 + 0.04 = 0.38$ ton/m

✓ Carga de escalera

La edificación presenta una escalera cuyos tramos apoyan en el muro Y2 y en la viga central del eje C-C.

La carga de peso propio del tramo inclinado lo obtenemos mediante la expresión:

$$W_{PP} = \gamma \left(\frac{cp}{2} + t \sqrt{1 + \left(\frac{cp}{p} \right)^2} \right)$$

Donde:

$\gamma = 2.4$ ton/m³

$t = 0.12$ m = espesor de la garganta

cp = contrapaso = 0.17 m

P = paso = 0.25 m

La carga permanente en el tramo inclinado es:

$$wD = 0.55 + 0.10 = 0.65 \text{ ton/m}^2$$

La carga del peso propio del tramo recto del descanso lo calculamos:

$$W_{PP} = 2.4 \times 0.12 = 0.288 \text{ ton/m}^2$$

La carga del descanso es:

$$wD = 0.288 + 0.10 = 0.388 = 0.39 \text{ ton/m}^2$$

Carga viva en todos los tramos de la escalera será de $WL = 0.200$ ton/m²

Finalmente se calcula la carga correspondiente en el muro y en la viga principal

Carga muerta en muro $WD = 1.38$ ton/ml; y $WL = 0.3$ ton/ml

El peso de la escalera y las reacciones se muestra en la Figura 3.3.

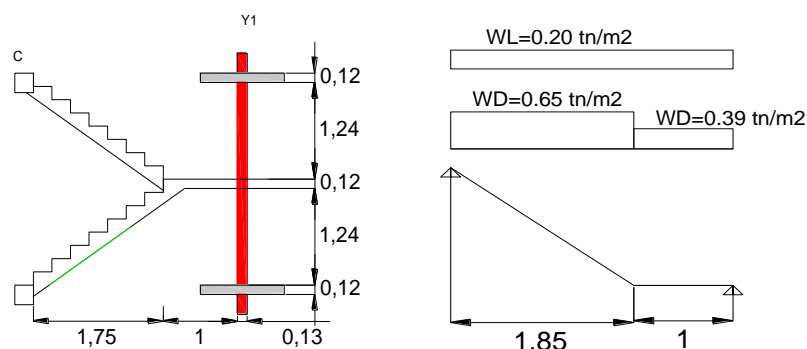


Figura 3. 3: Cargas provenientes de la escalera

✓ Resumen de cargas directas en muros

En la Tabla 3.2 se muestra el resumen de las cargas directas.

Tabla 3. 2: Resumen Cargas Directas		
Zona	Azotea	Piso Típico
Zona Muros Portantes	0.31	0.75
Zona Ventanas(Alfeizar 1m)	0.04	0.38
Zona Puertas	0.04	0.04
Escalera WD	1.83	1.83
Escalera WL	0.3	0.3

➤ Cargas Indirectas

Se calcula las cargas que actúan en la losa de piso típico y de azotea

✓ Piso típico

$$WD= 0.288+0.1=0.388 \text{ ton/m}^2$$

$$WL \text{ (de acuerdo NTP E.020)}=0.200 \text{ ton/m}^2$$

✓ Azotea

$$WD= 0.288+0.1=0.388 \text{ ton/m}^2$$

$$WL \text{ (de acuerdo NTP E.020)}=0.100 \text{ ton/m}^2$$

En la Tabla 3.3 se presenta el resumen de estas cargas Indirectas

Tabla 3. 3: Cargas Indirectas						
Muro	Piso Típico			Azotea		
	AI(m ²)	PD=AI*WD	PL=AI*WL	AI(m ²)	PD=AI*WD	PL=AI*WL
X1	1.17	0.45	0.23	1.17	0.45	0.12
X2	3.47	1.35	0.69	3.47	1.35	0.35
X3	4.33	1.68	0.87	4.33	1.68	0.43
X4	2.27	0.88	0.45	2.27	0.88	0.23
X5	1.97	0.76	0.39	1.97	0.76	0.20
X6	2.02	0.78	0.40	2.02	0.78	0.20
X7	2	0.78	0.40	2.00	0.78	0.20
X8	1.21	0.47	0.24	1.21	0.47	0.12
Y1	3.44	1.33	0.69	3.44	1.33	0.34
Y2	3.04	1.18	0.61	3.04	1.18	0.30
Y3	4.03	1.56	0.81	4.03	1.56	0.40
Y4	8.09	3.14	1.62	8.09	3.14	0.81
Y5	4.4	1.71	0.88	4.40	1.71	0.44
Y6	1.3	0.50	0.26	1.30	0.50	0.13
Y7	4.68	1.82	0.94	4.68	1.82	0.47
Y8	4.38	1.70	0.88	4.38	1.70	0.44
Y9	2.43	0.94	0.49	2.43	0.94	0.24

➤ **Cargas por Nivel**

Para calcular las cargas por nivel en cada muro se sumó la carga directa con la carga indirecta teniendo en cuenta que para el análisis la NTP E.030 indica que se debe considerar el 25% de participación de la carga viva, el cálculo de estas cargas se muestra en las Tablas 3.4 y 3.5.

Tabla 3. 4: Cargas en el Nivel de Azotea								
Muro	Long. Muro	Long. puerta	Long. Ventana	Tabique	Escalera	P(Tn)	Carga Indirecta	P Azotea
	0.31	0.04	0.04	0.00	1.83	Directa	PD+0.25PL	
X1	1.36	0.15	0.60	-	-	0.45	0.51	0.96
X2	2.93	1.00	-	-	1.00	2.78	1.52	4.30
X3	2.93	-	-	-	-	0.91	1.90	2.81
X4	1.57	0.90	0.60	-	-	0.55	0.99	1.54
X5	1.36	0.45	-	-	-	0.44	0.86	1.30
X6	1.88	0.45	-	-	-	0.60	0.88	1.49
X7	1.88	0.45	-	-	-	0.60	0.88	1.48
X8	1.88	0.90	0.30	-	-	0.63	0.53	1.16
Y1	4.00	-	-	-	2.00	4.91	1.51	6.41
Y2	2.25	-	-	-	-	0.70	1.33	2.03
Y3	3.64	-	0.60	-	-	1.16	1.77	2.92
Y4	3.02	1.65	-	-	-	1.00	3.54	4.55
Y5	2.67	1.90	-	-	1.00	2.73	1.93	4.66
Y6	1.27	0.45	-	-	-	0.41	0.57	0.98
Y7	4.00	-	-	-	-	1.25	2.05	3.30
Y8	3.65	-	-	-	-	1.14	1.92	3.06
Y9	2.24	-	0.30	-	-	0.71	1.06	1.77
						20.97		44.72

Tabla 3. 5: Cargas en Piso Típico								
Muro	Long Muro	Long. puerta	Long. Ventana	Tabique	Escalera	P(Tn)	Carga Indirecta	P Típico
	0.75	0.04	0.38	0.00	1.83	Directa	PD+0.25PL	
X1	1.36	0.15	0.60	-	-	1.25	0.48	1.74
X2	2.93	1.00	-	-	1.00	4.06	1.43	5.50
X3	2.93	-	-	-	-	2.20	1.79	3.99
X4	1.57	0.90	0.60	-	-	1.44	0.94	2.38
X5	1.36	0.45	-	-	-	1.04	0.81	1.85
X6	1.88	0.45	-	-	-	1.43	0.83	2.26
X7	1.88	0.45	-	-	-	1.43	0.83	2.25
X8	1.88	0.90	0.30	-	-	1.56	0.50	2.06
Y1	4.00	-	-	-	2.00	6.66	1.42	8.08
Y2	2.25	-	-	-	-	1.69	1.26	2.94
Y3	3.64	-	0.60	-	-	2.96	1.66	4.62
Y4	3.02	1.65	-	-	-	2.33	3.34	5.67
Y5	2.67	1.90	-	-	1.00	3.90	1.82	5.72
Y6	1.27	0.45	-	-	-	0.97	0.54	1.51
Y7	4.00	-	-	-	-	3.00	1.93	4.93
Y8	3.65	-	-	-	-	2.74	1.81	4.55
Y9	2.24	-	0.30	-	-	1.79	1.00	2.80
-	-	-	-	-	-	40.44		62.83

➤ **Peso total del edificio y cargas acumuladas**

Con la información de las Tablas 3.4 y 3.5, se elabora la Tabla 3.6, en la cual se indican las cargas verticales cada piso de cada muro: Pg: PD+0.25PL, además se ha incluido el esfuerzo axial actuante en los muros del primer piso y el peso total de la edificación.

Tabla 3. 6: Cargas de Gravedad Acumulada Pg=PD+0.25PL							
Cargas por Nivel				Cargas Acumuladas y Esfuerzo Axial en Piso			
MURO	L(m)	t (m)	Azotea	Típico	piso2	piso1	σm
X1	1.36	0.13	0.96	1.74	0.96	2.70	15.28
X2	2.93	0.13	4.30	5.50	4.30	9.80	25.72
X3	2.93	0.13	2.81	3.99	2.81	6.79	17.84
X4	1.57	0.13	1.54	2.38	1.54	3.92	19.19
X5	1.36	0.13	1.30	1.85	1.30	3.15	17.84
X6	1.88	0.13	1.49	2.26	1.49	3.75	15.34
X7	1.88	0.13	1.48	2.25	1.48	3.73	15.27
X8	1.88	0.13	1.16	2.06	1.16	3.22	13.17
Y1	4.00	0.13	6.41	8.08	6.41	14.49	27.87
Y2	2.25	0.13	2.03	2.94	2.03	4.97	17.01
Y3	3.64	0.13	2.92	4.62	2.92	7.54	15.94
Y4	3.02	0.13	4.55	5.67	4.55	10.21	26.01
Y5	2.67	0.13	4.66	5.72	4.66	10.38	29.91
Y6	1.27	0.13	0.98	1.51	0.98	2.49	15.07
Y7	4.00	0.13	3.30	4.93	3.30	8.23	15.82
Y8	3.65	0.13	3.06	4.55	3.06	7.60	16.02
Y9	2.24	0.13	1.77	2.80	1.77	4.57	15.70
						107.55	Ton.

3.4.2.6. Análisis estático ante sismo moderado

El cálculo de fuerzas de fuerza cortante se hace de acuerdo a la NTP E.030 “Diseño sismorresistente”, la cual plantea la siguiente expresión.

$$V = \frac{ZUCS}{R} x P$$

Donde:

V: fuerza cortante por acción sísmica

Z: Factor de zona, zona 4, entonces un factor de Z=0.45

U: Factor de uso, para viviendas U=1

S: Factor de Suelo, para Zona 4 y un suelo blando S3 se tiene S=1.1

C: Factor de amplificación sísmica.

R: Coeficiente de reducción de fuerza sísmica. $R = R_0 \times I_a \times I_p$

$R_0=6$ para albañilería, sismo moderado

I_a =factor de irregularidad en planta, 0.9 para nuestra edificación

I_p =factor de irregularidad en altura, 1 para nuestra edificación.

P: peso de la estructura, $P=PD+0.25PL=107.55$ ton.

Para un suelo blando se tiene un $T_p = 1.0$ y $T_L = 1.6$

El periodo fundamenta de vibración en cada dirección se estima con la siguiente expresión.

$$T = \frac{H_n}{C_T}$$

Donde:

H_n = Altura total de la edificación, 5.44m

$C_T=60$ para Albañilería

$$T = \frac{5.44}{60} = 0.1 < T_p$$

De acuerdo a la NTP E.030 cuando se cumple esta condición el valor de $C=2.5$

Reemplazando los valores calculados y extraídos de la NTP E.030, se obtiene la fuerza cortante en el primer nivel.

$$V = \frac{ZUCS}{R} \times P$$

$$V = \frac{0.45 \times 1 \times 2.5 \times 1.1}{6 \times 0.9} \times 107.55$$

$$V = 0.2292 \times 107.55 = 24.65 \text{ ton}$$

Las fuerzas de inercia para cada piso se calculan con la siguiente expresión

$$F_i = \frac{W_i x h_i}{\sum W_i x h_i}$$

Donde:

W_i =peso del nivel i.

h_i =altura del nivel i.

Tabla 3. 7: Fuerzas de Inercia en Cada Piso					
h	Peso W_i por nivel	W_{ixhi}	$\frac{W_{ixhi}}{\sum W_{ixhi}}$	V (ton)	V _p (ton)
5.44	44.719	243.271	0.59	14.48	14.48
2.72	62.833	170.905	0.41	10.17	24.65
	$\Sigma =$	414.175			

3.4.2.7. Modelamiento en ETABS

Para el diseño y análisis del modelo estructural de nuestra vivienda en ETABS versión 2016, se procedió con los siguientes pasos:

➤ Configuración de unidades.

Seleccionamos el Sistema Métrico MKS que los las unidades con las que hemos venido trabajando en los cálculos previos.

Ruta: File – New Model

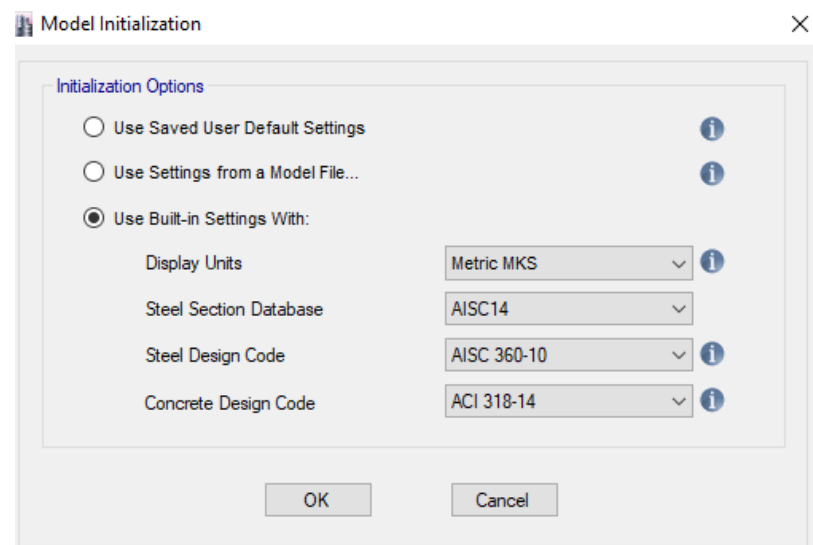


Figura 3. 4: Ventana de Configuración de Unidades.

Elaborado con Software Estructural ETABS

➤ Elección y diseño de la plantilla a utilizar en el modelamiento

Configuramos el Grid (plantilla) a utilizar para el diseño de la estructura.

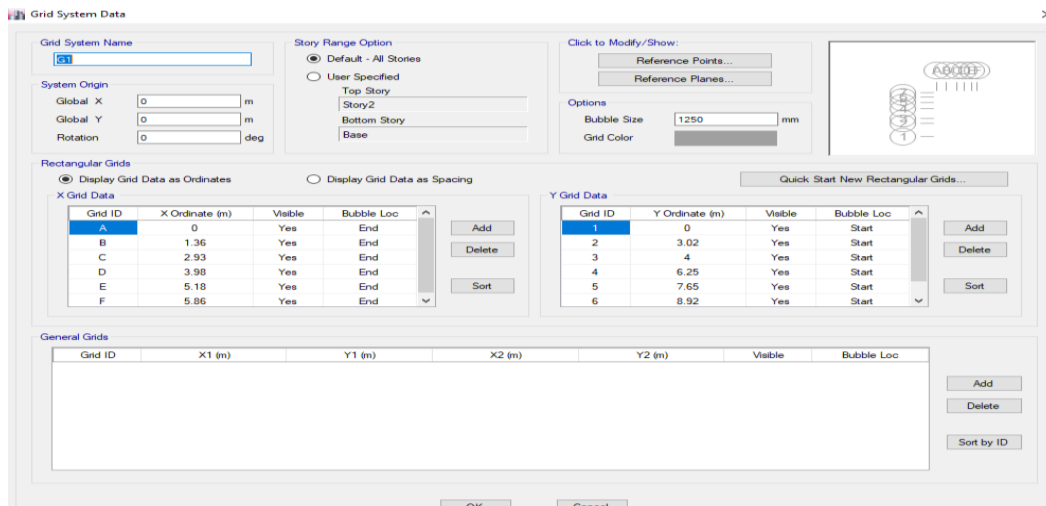


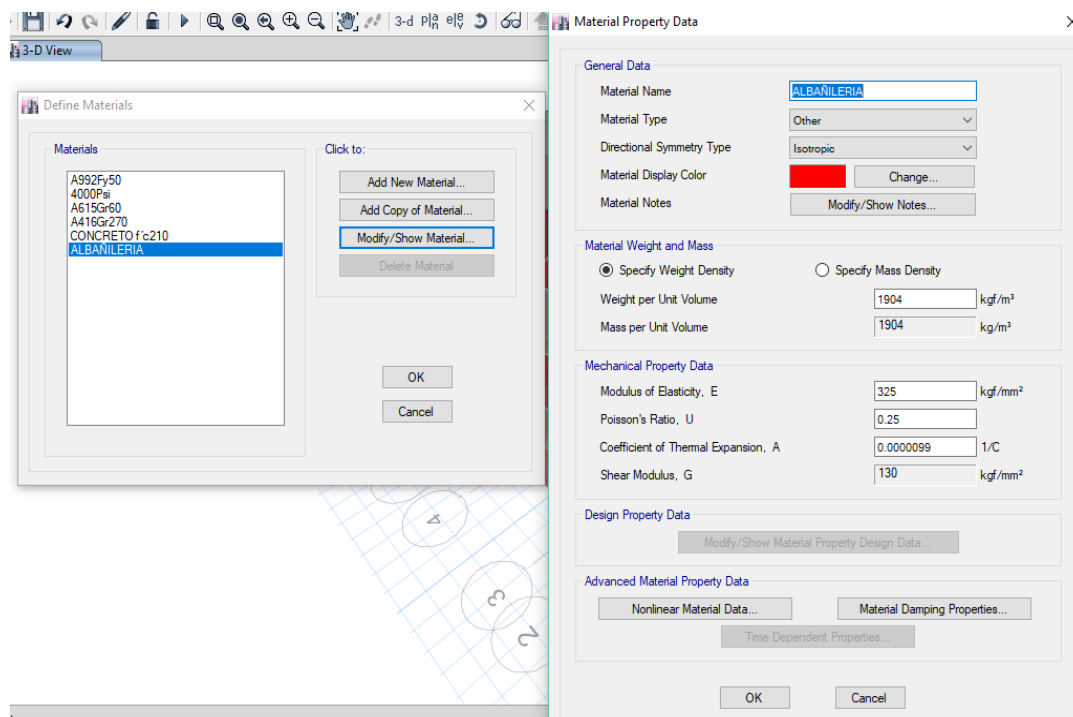
Figura 3. 5: Ventana de Configuración de la Grid para el modelo.

Elaborado con Software Estructural ETABS

➤ Definición de materiales

Definimos las propiedades materiales a utilizar, como son la albañilería y el concreto armado.

Ruta: Define – Material properties.



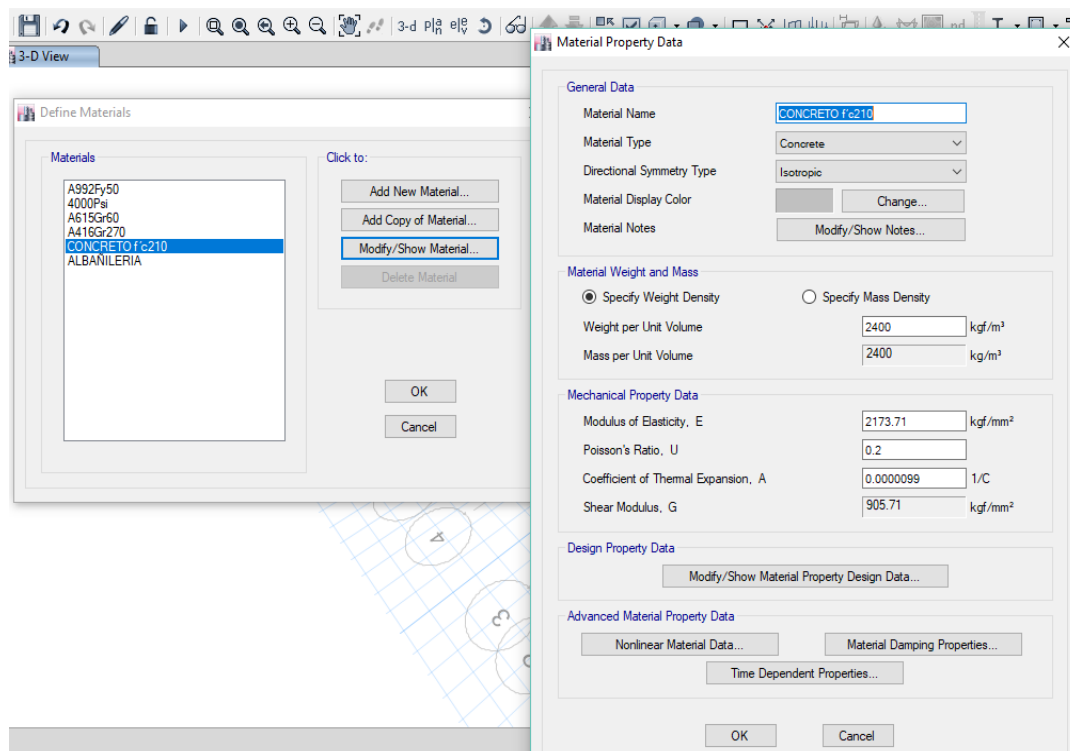


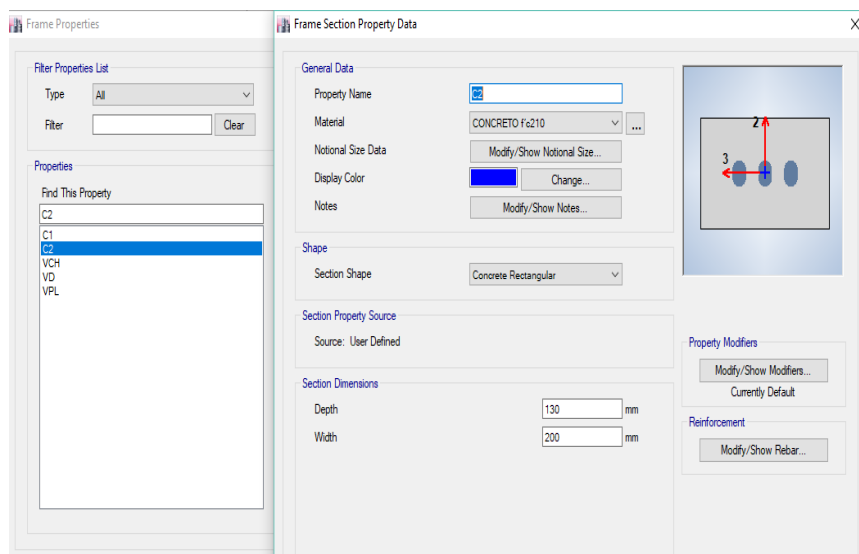
Figura 3. 6: Ventanas de Configuración de Propiedades de Materiales.

Elaborado con Software Estructural ETABS

➤ Definición de secciones de elementos estructurales (muros, losas, vigas, losas, etc.)

Definimos las propiedades de los elementos a utilizar en el modelo calculado previamente en el predimensionamiento.

Ruta: Define – Section properties-Frame Sections



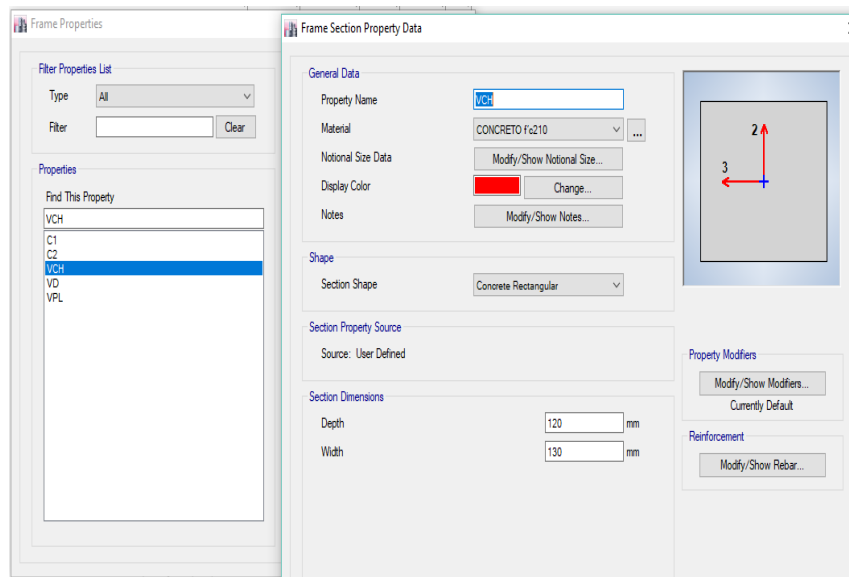


Figura 3. 7: Ventana de definición de secciones de elementos tipo frame.

➤ **Definición de elementos tipo Slab (Losa maciza, descanso y tramo inclinado escalera)**

Ruta: Define – Section properties – slab sections

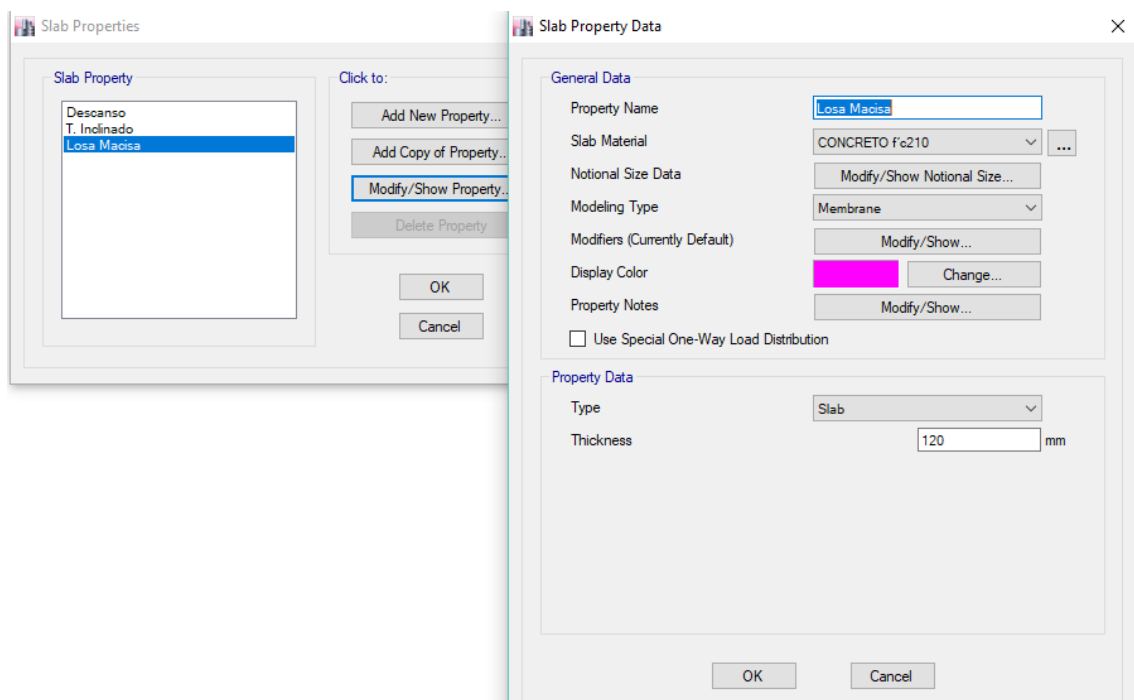


Figura 3. 8: Ventana para definir las propiedades de elementos Slab.

Elaborado con Software Estructural ETABS

✓ **Definición de elementos tipo Wall (muros de albañilería)**

Ruta: Define – Section properties – wall sections

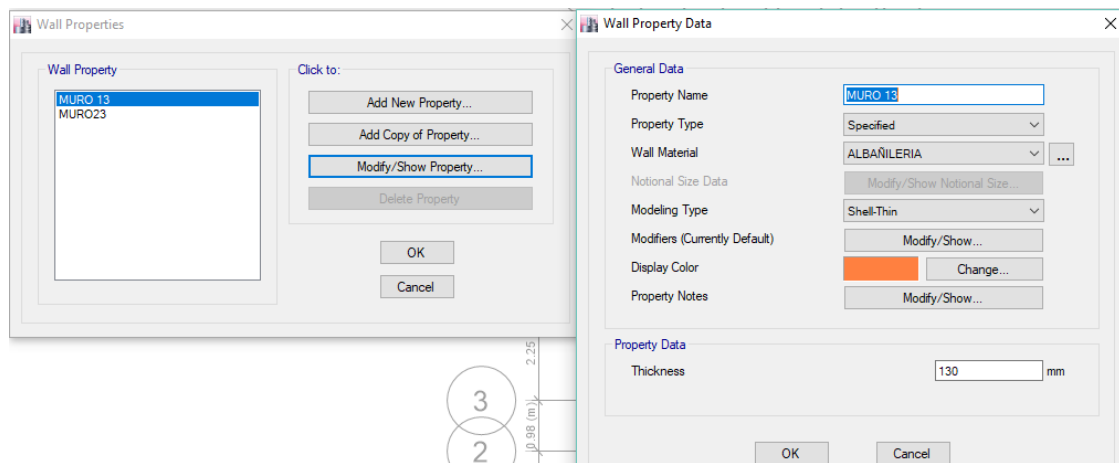


Figura 3. 9: Ventana para definir propiedades de elementos Wall.

Elaborado con Software Estructural ETABS

➤ Dibujo de elementos estructurales

Una vez definidos los materiales y los elementos estructurales se procede al dibujo en el siguiente orden.

- ✓ Elementos tipo frame verticales (columnas)

Ruta: Draw Beam/Column

- ✓ Elementos tipo wall

Ruta: Draw floor/wall Object / Draw walls (Plan)

- ✓ Elementos tipo frame Horizontales

Ruta: Draw Beam/Column

- ✓ Elementos tipo Slab

Ruta: Draw floor/wall Object/Draw floor

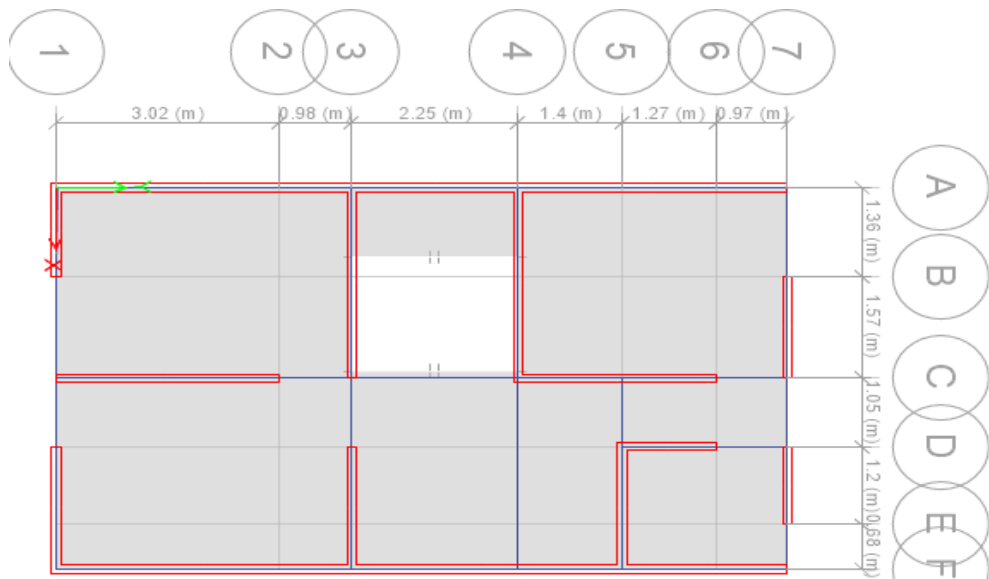


Figura 3. 10: Vista de planta del modelo piso 1

Elaborado con Software Estructural ETABS

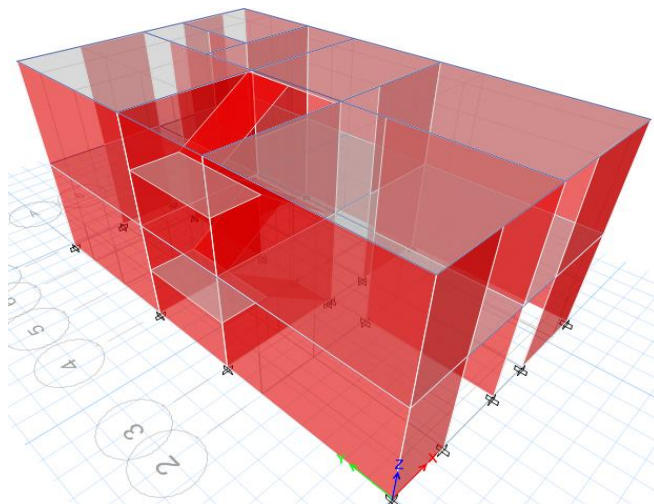


Figura 3. 11: Elaborado con Software Estructural ETABS

➤ **Asignación de CM y CV en losas.**

Previamente se selecciona todos los paños de losa maciza para cada nivel

Ruta: Assing – Uniform

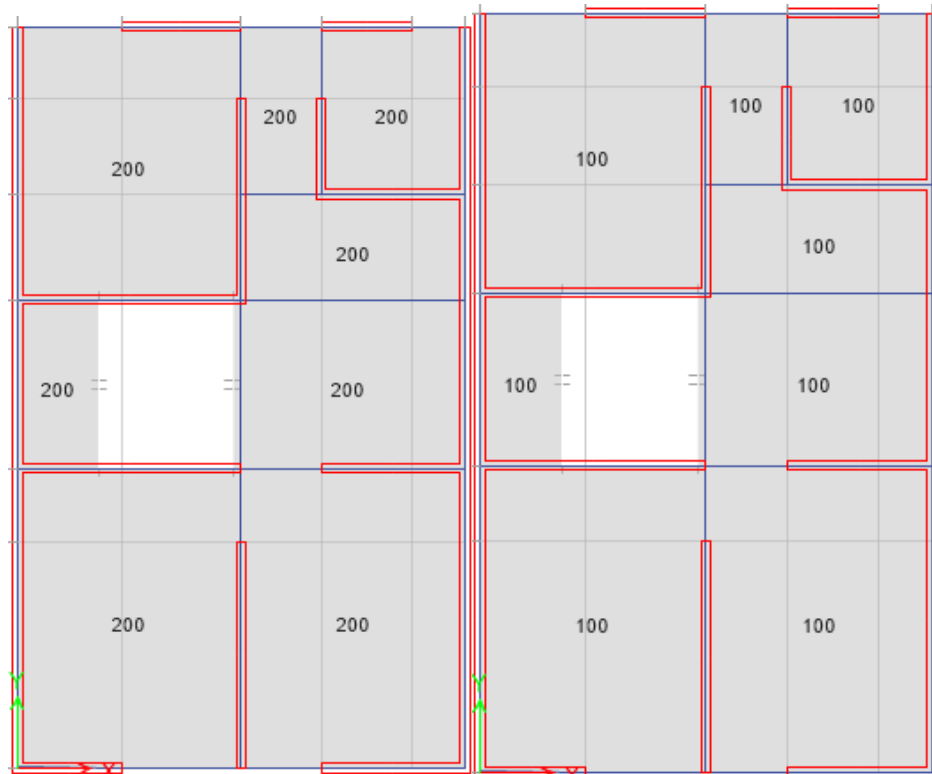
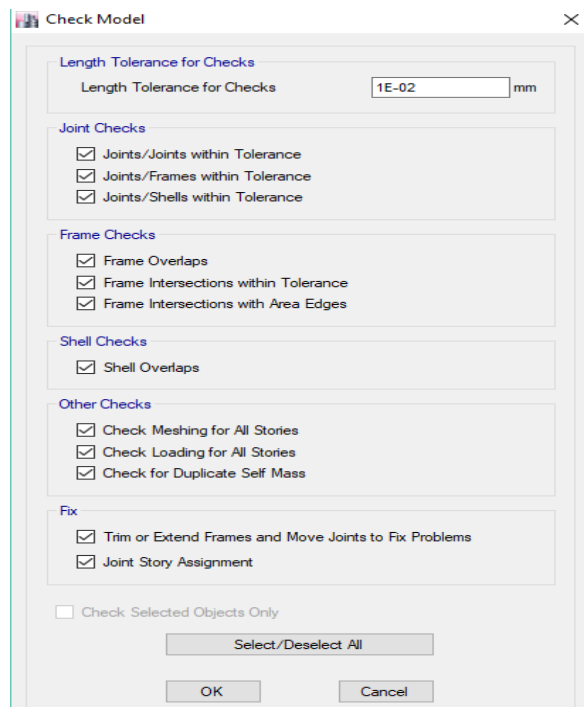


Figura 3. 12: Vista de asignación de carga viva (Piso típico-Azotea)

Elaborado con Software Estructural ETABS

➤ Verificación del modelo.

Ruta: Analyze – check model



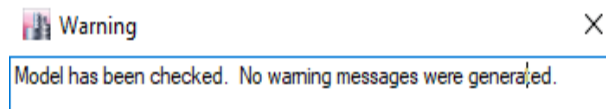


Figura 3. 13: Ventana de Verificación del modelo.

Elaborado con Software Estructural ETABS

➤ **Definición y asignación de diafragmas rígidos.**

Ruta: Define – Diaphragms (Definición de diafragmas rígidos)

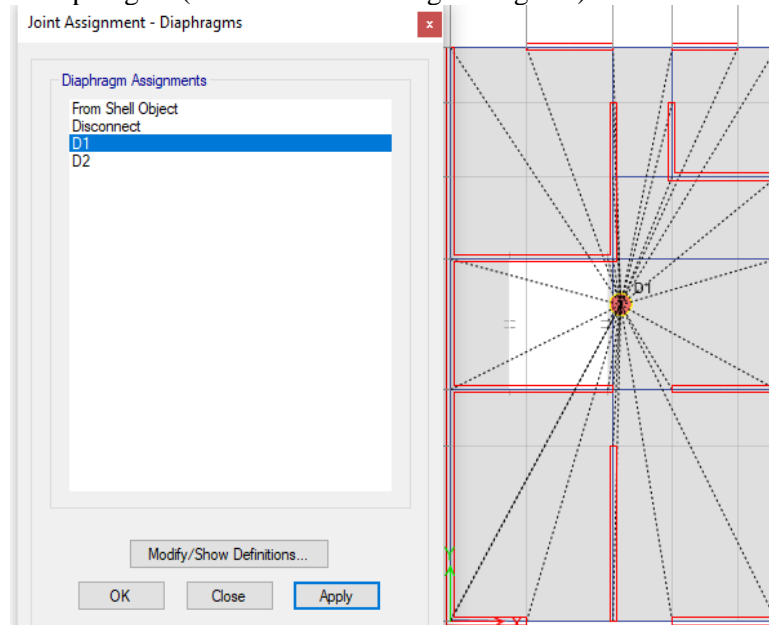


Figura 3. 14: Ventana de asignación de diafragma rígido

Elaborado con Software Estructural ETABS

➤ **Análisis Estático y Análisis Dinámico**

✓ Definir patrones de cargas

Definimos los patrones de carga para cargas vivas, muertas, sismo de diseño estático en x e y, sismo severo en x e y, además se establece el coeficiente para análisis sísmico estático (0.2292).

Ruta: Define – Load Patterns

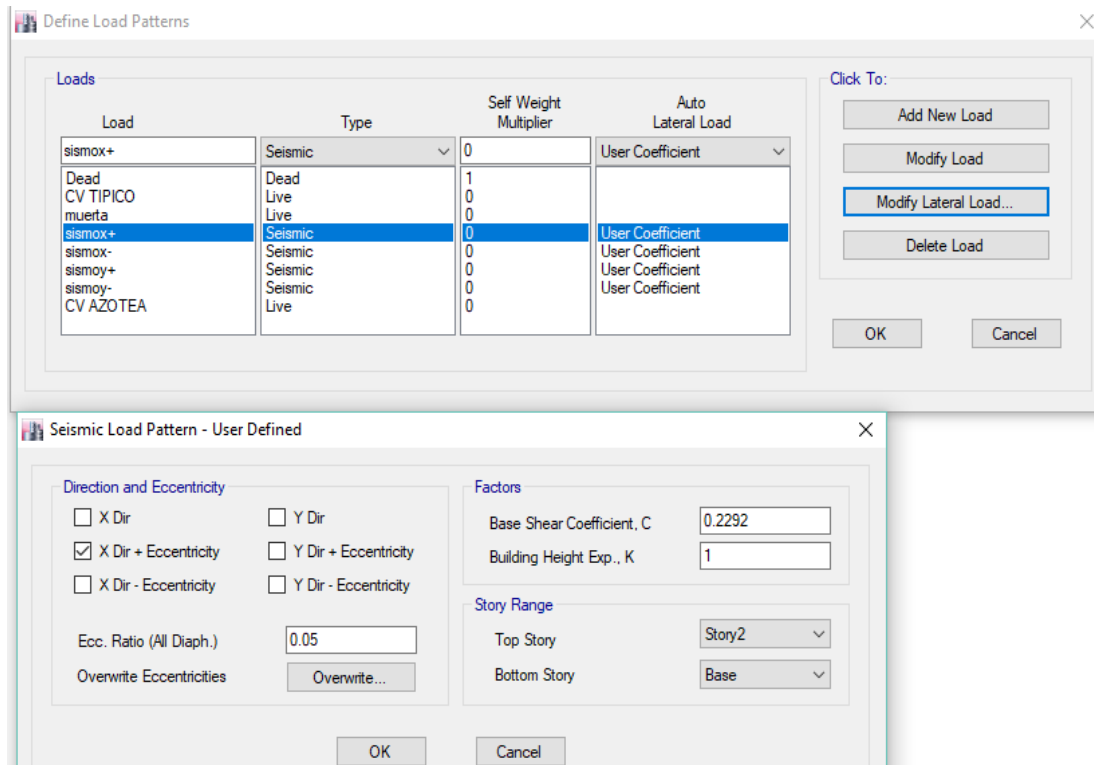


Figura 3. 15: Ventana definir patrones de carga

Elaborado con Software Estructural ETABS

➤ Definición del espectro de respuesta para el análisis dinámico

Ruta: Define – functions-Response Spectrum

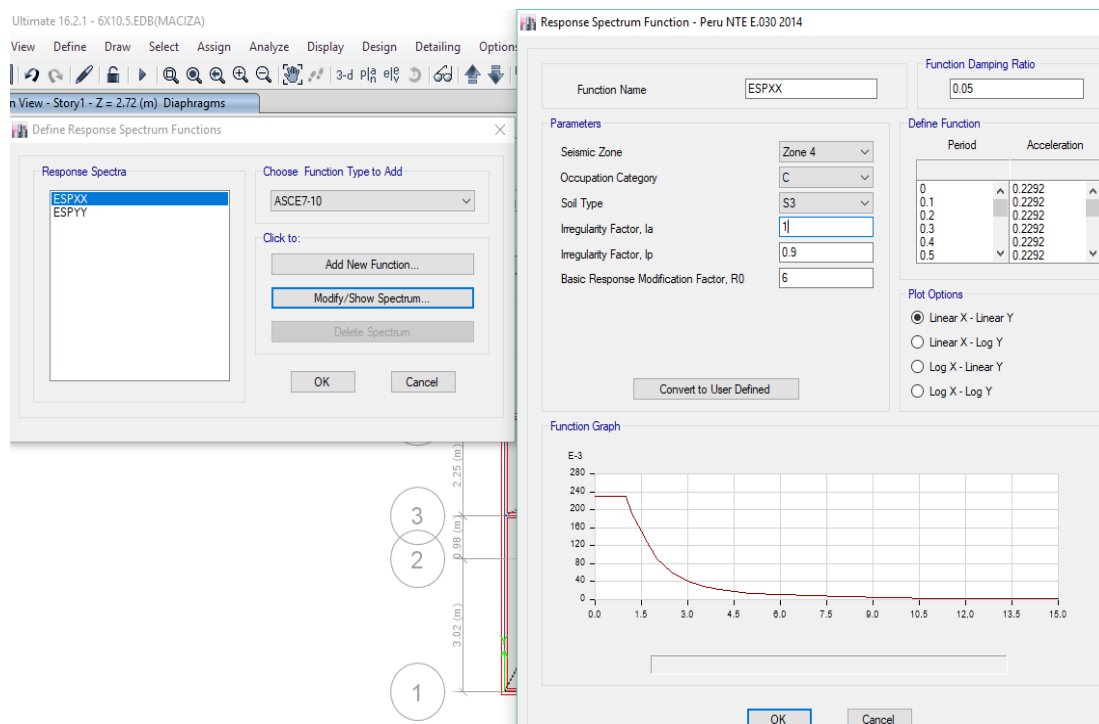


Figura 3. 16: Ventana definir espectro de respuesta

Elaborado con Software Estructural ETABS

➤ Definición de Sismo Dinámico

Ruta: Define – Load Cases

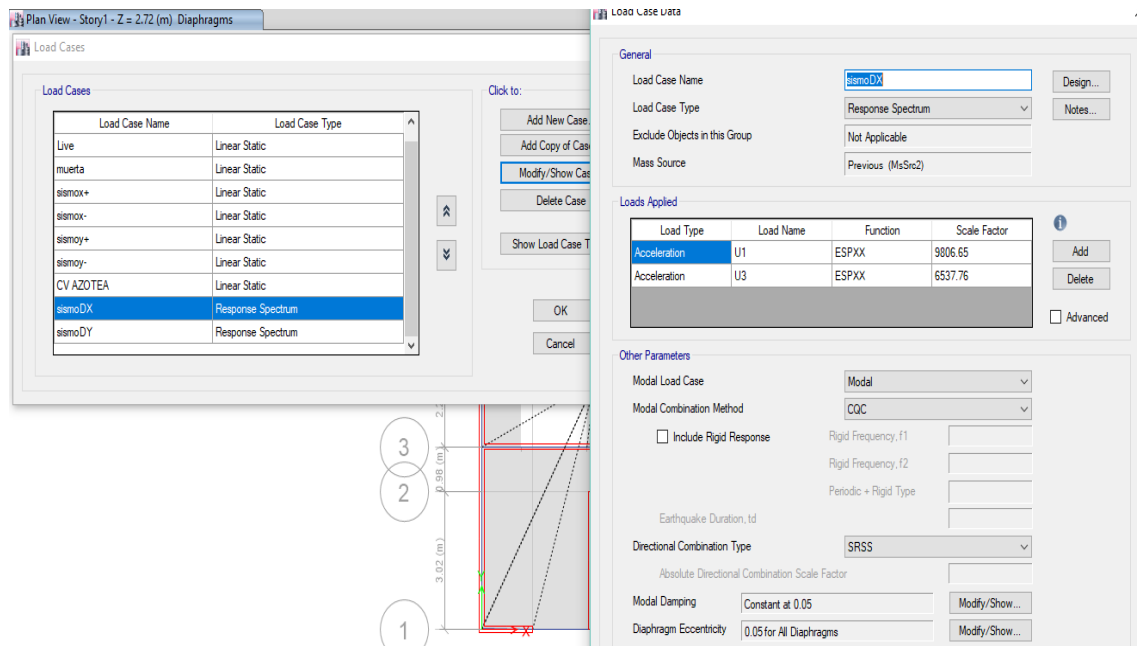


Figura 3. 17: Ventana Loas Cases

Elaborado con Software Estructural ETABS

➤ Definición de masa a considera para análisis sísmico

Ruta: Define – Mass source

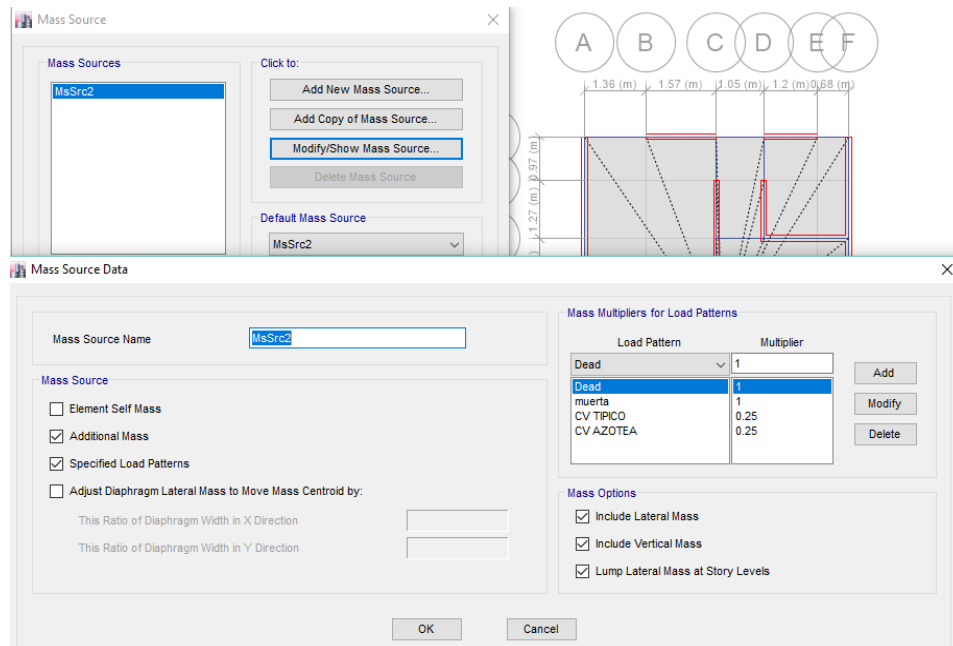


Figura 3. 18: Ventana Loas Cases

Elaborado con Software Estructural ETABS

➤ Definir combinaciones de cargas

Ruta: Define – Load Combinations

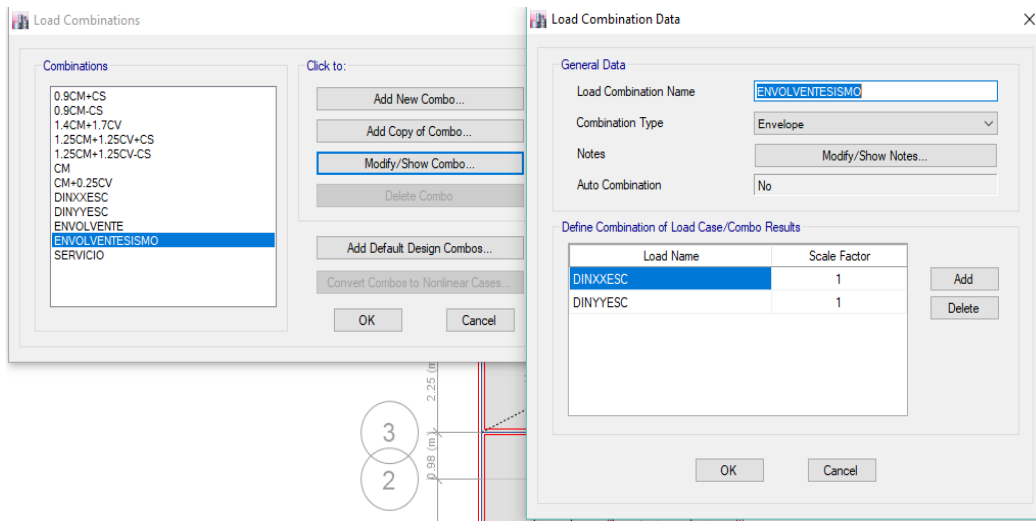


Figura 3. 19: Ventana definir combinaciones de cargas

Elaborado con Software Estructural ETABS

➤ Asignación de Piers (muros)

Se asigna un nombre a cada muro con la finalidad de obtener las la fuerzas que actúan sobre cada uno de ellos.

Ruta: Assign-Shell-Pier Label.

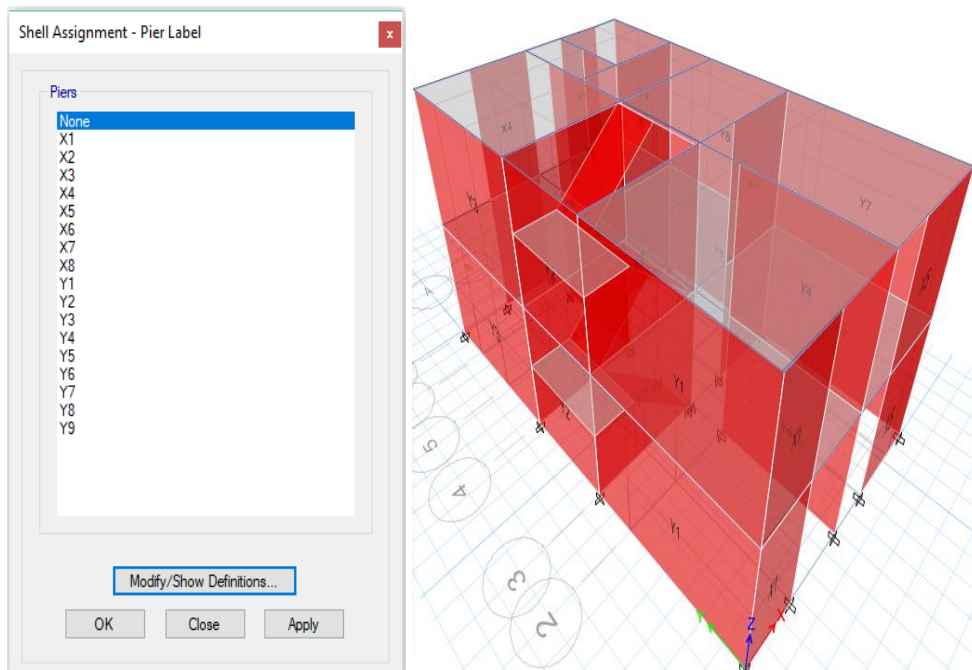


Figura 3. 20: Ventana asignar piers (muros)

Elaborado con Software Estructural ETABS

➤ **Definición de Automatic Mesh para Floors y Walls**

Se define el un Mesh size de 0.5 m para losas y así tener un análisis más fino

Ruta: Analyze-Automatic Mesh Settings Floors

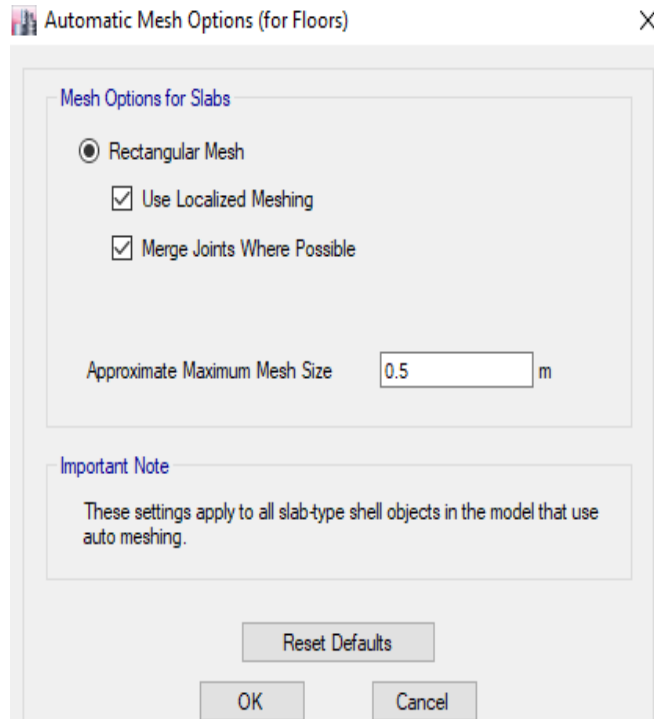


Figura 3. 21: Ventana determinación Automatic Mesh para Floors (losas)

Ruta: Analyze-Automatic Rectangular Mesh Settings For Walls

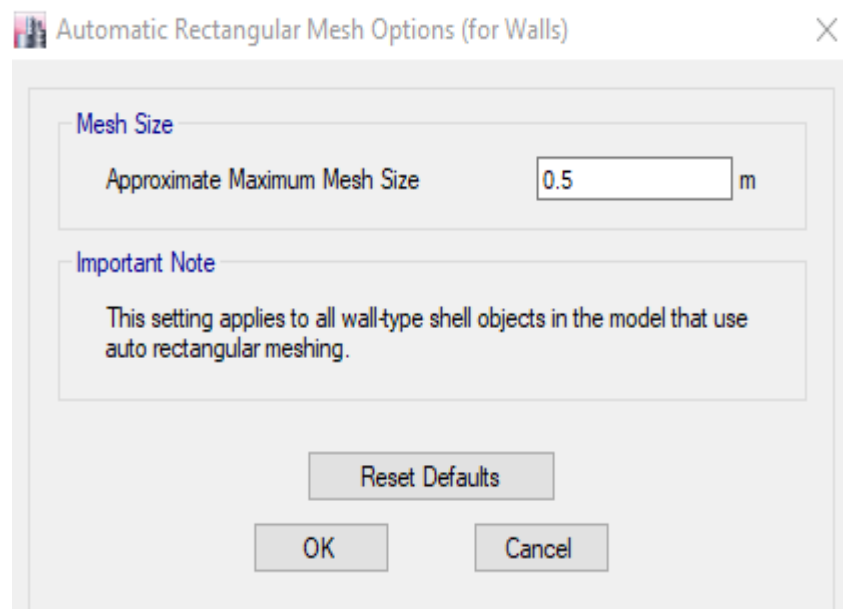


Figura 3. 22: Ventana determinación Automatic Mesh para walls (losas)

➤ **Empezar Análisis**

Ruta: analysis-Run analysis

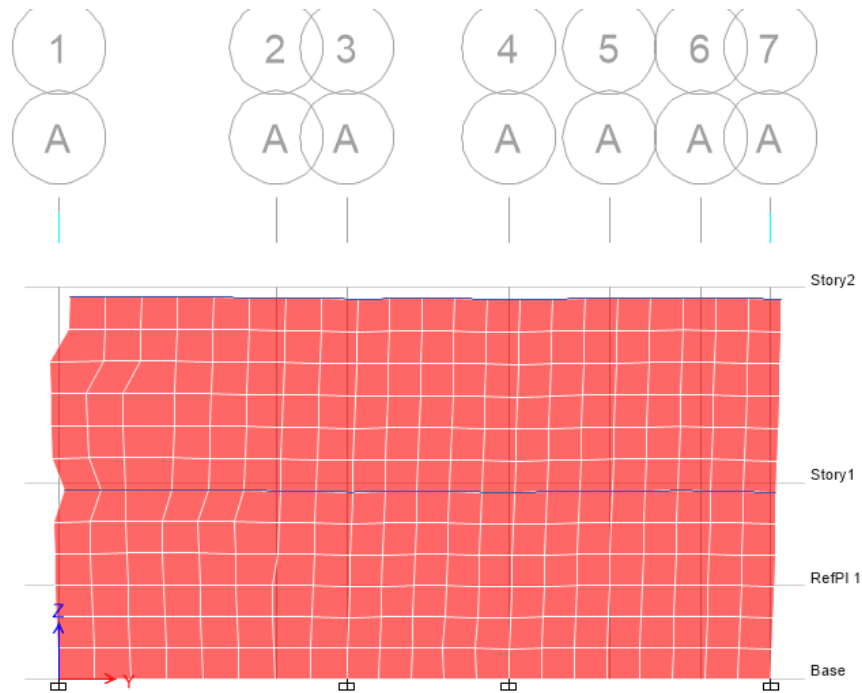


Figura 3. 23: Comportamiento de Modelo eje Y-Y

Elaborado con Software Estructural ETABS

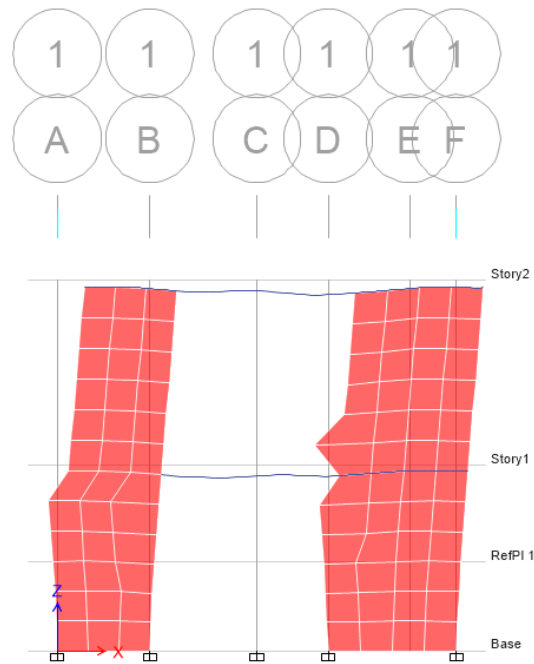


Figura 3. 24: Comportamiento de Modelo eje X-X

Elaborado con Software Estructural ETABS

3.4.2.8. Análisis del Modelo Estructural

Para el análisis del modelo estructural de nuestra vivienda en ETABS versión 2016, se procedió con los siguientes pasos:

➤ Desplazamientos Laterales, Derivas de Entre Piso para XX e YY

La nomenclatura empleada en este acápite es:

D = desplazamiento lateral elástico absoluto por sismo moderado.

d = desplazamiento lateral elástico relativo por sismo moderado (o desplazamiento del entrepiso).

DI = distorsión inelástica máxima de entrepiso = $R d / h$ (Norma E.030) irregulares

R = 6 (para sismo moderado)

h = 2.72 m = altura de entrepiso

Las distorsiones inelásticas máximas (DI) calculadas en las Tablas 3.8 y 3.9 para la dirección X-X y Y-Y respectivamente, están por debajo de lo permitido por la NTP E.030 para edificaciones de albañilería reforzada (0.005), por tanto, el edificio cuenta con una rigidez adecuada, se puede proceder con el diseño de los elementos.

Tabla 3. 8: Distorsiones en la Dirección X-X

Nivel	Carga	Direc.	D	d	Rx	H piso	Deriva (Δ/h)	Distorsión $R^*(\Delta/h)$	Distorsión max (Δ/h)	
			mm	mm		mm				
2	DXX	X-X	1.278	0.734	6	2720	0.0002	0.00162	0.005	ok
1	DXX	X-X	0.544	0.544	6	2720	0.0002	0.00120	0.005	ok
Base	DXX	X-X		0						

Tabla 3. 9: Distorsiones en la Dirección Y-Y

Nivel	Carga	Direc	D	d	Ry	H piso	Deriva (Δ/h)	Distors. $R^*(\Delta/h)$	Distors. max (Δ/h)	
			mm	mm						
2	DYY	Y-Y	0.336	0.159	6	2720	0.00006	0.0004	0.005	ok
1	DYY	Y-Y	0.177	0.177	6	2720	0.00007	0.0004	0.005	ok
Base	DYY	Y-Y								

➤ Periodo Natural de Vibración

Se analiza el periodo del primer modo de vibración calculado por el programa y se compara con el periodo calculado previamente con las expresiones planteadas en la NTP E.030:

$$T = \frac{H_n}{C_T} \quad T = \frac{5.44}{60} = 0.1$$

T(X-X)=0.118 y T(Y-Y)=0.08 periodos calculado por análisis modal con el programa ETBAS.

Se observa que los valores son muy similares, por lo cual se puede comprobar que el análisis es correcto.

➤ Fuerzas Internas por Sismo Moderado

En las Tablas 3.10 y 3.11 se muestran los valores actuantes de cortante y momento que son resultado del análisis por sismo moderado.

Ve: fuerza cortante producida por sismo moderado.

Me: Momento flector producido por sismo moderado.

Pg = carga axial de gravedad = PD + 0.25PL

Tabla 3. 10: Fuerzas Internas en Muros X-X por Sismo Moderado						
X-X	Primer piso			Segundo Piso		
	Ve	Me	pg	Ve	Me	pg
X1	1.02	1.65	3.09	0.46	0.28	1.50
X2	2.78	9.35	8.06	2.57	2.40	3.96
X3	6.39	8.00	8.90	5.72	3.04	4.38
X4	0.95	2.51	4.80	0.25	0.26	2.15
X5	1.94	3.68	4.46	1.01	0.87	2.06
X6	2.12	3.45	4.76	1.37	1.07	2.05
X7	3.02	2.92	4.39	2.45	1.18	2.13
X8	0.54	1.28	3.18	0.23	0.20	1.42

Tabla 3. 11: Fuerzas Internas en Muros Y-Y por Sismo Moderado						
Y-Y	Primer Piso			Segundo Piso		
	Ve	Me	pg	Ve	Me	pg
Y1	4.07	3.39	9.39	3.20	1.50	4.58
Y2	2.38	0.69	5.67	2.35	0.60	3.16
Y3	3.09	4.39	9.05	1.73	1.12	4.40
Y4	1.40	4.15	11.93	0.06	0.04	5.60
Y5	1.60	2.68	9.04	0.67	0.35	4.40
Y6	0.47	0.53	3.07	0.18	0.04	1.34
Y7	4.14	3.28	9.77	3.02	1.33	5.05
Y8	3.92	1.54	9.00	3.31	1.20	4.64
Y9	1.83	1.72	5.12	0.73	0.25	2.67

3.4.2.9. Diseño de Muros de Albañilería Confinada

Diseño por Sismo Moderado, Resistencia al Corte Global, Fuerzas Internas ante Sismo Severo y Verificación del Agrietamiento en Pisos Superiores

La nomenclatura que se utilizara se muestra a continuación.

- ✓ L = Longitud total del muro (m).
- ✓ P_g = Carga axial de gravedad = $PD + 0.25PL$.
- ✓ V_e, M_e = Fuerza cortante y momento flector por sismo moderado.(ton/m)
- ✓ $1/3 \leq \alpha = V_e L / M_e \leq 1.0$ Factor de reducción de la resistencia al corte por esbeltez.
- ✓ $V_m = 0.5 v'm \alpha t L + 0.23 P_g$ = Resistencia a fuerza cortante.
- ✓ $V_m = 0.5 \times 81 \times \alpha \times 0.13 \times L + 0.23 P_g = 5.265 \alpha L + 0.23 P_g$ (para el edificio en análisis).
- ✓ $t = 0.13$ m = Espesor efectivo de los muros.
- ✓ $v'm$ = Resistencia a corte puro de los muretes de albañilería = 81 ton/m^2 .
- ✓ $2.0 \leq V_{m1} / V_{e1} \leq 3.0$ Factor de amplificación para pasar a condición de sismo severo.
- ✓ $V_u = V_e (V_{m1} / V_{e1})$ = Fuerza cortante última ante sismo severo (ton).
- ✓ $M_u = M_e (V_{m1} / V_{e1})$ = Momento flector último ante sismo severo (ton-m)-
- ✓ VE = Cortante de entrepiso ante sismo severo.

Cabe resaltar que el factor de carga " V_{m1}/V_{e1} " se calcula sólo para el primer piso de cada muro. Una vez realizados los cálculos (Tablas 3.12 y 3.13) deberá verificarse lo siguiente:

Ningún muro debe agrietarse ante el sismo moderado: $V_e \leq 0.55V_m$. De no cumplirse esta expresión, donde puede aceptarse hasta 5% de error, deberá cambiarse la calidad de la albañilería, el espesor del muro, o convertirlo en placa de concreto armado; en los dos últimos casos, deberá reanalizarse el edificio.

En cualquier piso, la resistencia global a fuerza cortante (ΣV_m) deberá ser mayor o igual a la fuerza cortante producida por el sismo severo (VE). De no cumplirse esta expresión, deberá cambiarse en algunos muros la calidad de la albañilería, su espesor, o convertirlos en placas de concreto armado, reanalizando al edificio en los 2 últimos casos. Cuando se tenga exceso de resistencia ($\Sigma V_m > VE$), se podrá dejar de confinar algunos muros internos.

Cuando $\Sigma V_m > 3 VE = R VE$, culmina el diseño y se coloca refuerzo mínimo. Esta expresión indica que todos los muros del edificio se comportarán elásticamente ante el sismo severo.

Todo muro de un piso superior que tenga $V_u \geq V_m$, se agrietará por corte, y se diseñará como un muro del primer piso. En esta expresión puede admitirse hasta 5% de error.

Tabla 3. 12: Piso 1- Sismo en X-X										
Muro	Ve (Ton)	Me (Ton.m)	L (m)	Pg (Ton)	α	Vm (ton)	0.55V'm (ton)	Vm1/ Ve1	Vui (Ton)	Mui (Ton.m)
X1	1.02	1.65	1.36	3.09	0.84	6.65	3.66	3.00	3.07	4.96
X2	2.78	9.35	2.93	8.06	0.87	15.13	8.32	3.00	8.34	28.05
X3	6.39	8.00	2.93	8.90	1.00	17.28	9.51	2.71	17.28	21.64
X4	0.95	2.51	1.57	4.80	0.59	5.95	3.27	3.00	2.85	7.53
X5	1.94	3.68	1.36	4.46	0.72	6.11	3.36	3.00	5.83	11.03
X6	2.12	3.45	1.88	4.76	1.00	10.87	5.98	3.00	6.36	10.36
X7	3.02	2.92	1.88	4.39	1.00	10.79	5.93	3.00	9.07	8.75
X8	0.54	1.28	1.88	3.18	0.80	8.52	4.69	3.00	1.62	3.83

Fuente: Elaboración Propia

- ✓ Los muros del piso 1 (X-X) no se agrietan por corte ante el sismo moderado.
- ✓ ($V_e < 0.55 V_m$) → Control de figuración Ok.
- ✓ Los muros del piso 1 (X-X) no se agrietan por corte ante el sismo severo
- ✓ ($V_u \leq V_m$) → Verificación de la resistencia al corte del edificio Ok.
- ✓ $\Sigma V_m = 81.30 \text{ ton} \geq V_E = 54.42 \text{ ton}$ → Resistencia global Ok.
- ✓ Como $\Sigma V_m = 81.30 \text{ ton} < 3V_E = 163.26 \text{ ton}$, bajo esta condición no se puede emplear refuerzo mínimo → Se diseñará por muros agrietados X-X para los muros más críticos (X3-X5).

Tabla 3. 13: Piso 1- Sismo en Y-Y										
Muro	Ve (Ton)	Me (Ton.m)	L (m)	Pg (Ton)	α	Vm (ton)	0.55V'm (ton)	Vm1/V e1	Vui (Ton)	Mui (Ton.m)
Y1	4.07	3.39	4.00	9.39	1.00	22.96	12.63	3.00	12.21	10.18
Y2	2.38	0.69	2.25	5.67	1.00	13.00	7.15	3.00	7.14	2.08
Y3	3.09	4.39	3.64	9.05	1.00	21.01	11.55	3.00	9.28	13.17
Y4	1.40	4.15	3.02	11.93	1.00	18.45	10.15	3.00	4.19	12.45
Y5	1.60	2.68	2.67	9.04	1.00	15.96	8.78	3.00	4.81	8.03
Y6	0.47	0.53	1.27	3.07	1.00	7.31	4.02	3.00	1.40	1.60
Y7	4.14	3.28	4.00	9.77	1.00	23.05	12.68	3.00	12.42	9.83
Y8	3.92	1.54	3.65	9.00	1.00	21.05	11.58	3.00	11.76	4.61
Y9	1.83	1.72	2.24	5.12	1.00	12.83	7.05	3.00	5.48	5.16

- ✓ Los muros del piso 1 (Y-Y) no se agrietan por corte ante el sismo moderado
- ✓ ($V_e < 0.55 V_m$) → Control de figuración Ok.
- ✓ Los muros del piso 1 (Y-Y) no se agrietan por corte ante el sismo severo
- ✓ ($V_u \leq V_m$) → Verificación de la resistencia al corte del edificio Ok.
- ✓ $\Sigma V_m = 132.66 \text{ ton} \geq V_E = 56.48 \text{ ton}$ → Resistencia global Ok.

- ✓ Como $\Sigma V_m = 132.66 \text{ ton} < 3V_E = 169.44 \text{ ton}$, bajo esta condición no se puede emplear refuerzo mínimo → Se diseñará por muros agrietados Y-Y para los muros más críticos (Y2-Y9).

Tabla 3. 14: Piso 2- Sismo en X-X										
Muro	Ve (Ton)	Me (Ton.m)	L (m)	Pg (Ton)	α	Vm (ton)	0.55V'm (ton)	Vm1/ Ve1	Vui (Ton)	Mui (Ton.m)
X1	0.46	0.28	1.36	1.50	1.00	7.42	4.08	3.00	1.38	0.85
X2	2.57	2.40	2.93	3.96	1.00	16.15	8.88	3.00	7.71	7.19
X3	5.72	3.04	2.93	4.38	1.00	16.24	8.93	2.84	16.24	8.64
X4	0.25	0.26	1.57	2.15	1.00	8.66	4.76	3.00	0.75	0.78
X5	1.01	0.87	1.36	2.06	1.00	7.55	4.15	3.00	3.03	2.60
X6	1.37	1.07	1.88	2.05	1.00	10.25	5.64	3.00	4.12	3.21
X7	2.45	1.18	1.88	2.13	1.00	10.27	5.65	3.00	7.36	3.53
X8	0.23	0.20	1.88	1.42	1.00	10.10	5.56	3.00	0.68	0.61

- ✓ Los muros del piso 2 (X-X) no se agrietan por corte ante el sismo moderado
- ✓ ($V_e < 0.55 V_m$) → Control de figuración Ok.
- ✓ Los muros del piso 2 (X-X) no se agrietan por corte ante el sismo severo
- ✓ ($V_u \leq V_m$) → Verificación de la resistencia al corte del edificio Ok.
- ✓ $\Sigma V_m = 86.63 \text{ ton} \geq V_E = 41.28 \text{ ton}$ → Resistencia global Ok.
- ✓ Como $\Sigma V_m = 83.63 \text{ ton} < 3V_E = 123.84 \text{ ton}$, bajo esta condición no se puede emplear refuerzo mínimo → Se diseñará por muros no agrietados X-X para los muros más críticos (X3- X7).

Tabla 3. 15: Piso 2- Sismo en Y-Y										
Muro	Ve (Ton)	Me (Ton.m)	L (m)	Pg (Ton)	α	Vm (ton)	0.55V'm (ton)	Vm1/ Ve1	Vui (Ton)	Mui (Ton.m)
Y1	3.20	1.50	4.00	4.58	1.00	21.85	12.02	3.00	9.59	4.49
Y2	2.35	0.60	2.25	3.16	1.00	12.43	6.83	3.00	7.04	1.80
Y3	1.73	1.12	3.64	4.40	1.00	19.94	10.97	3.00	5.19	3.37
Y4	0.06	0.04	3.02	5.60	1.00	16.99	9.35	3.00	0.17	0.13
Y5	0.67	0.35	2.67	4.40	1.00	14.90	8.19	3.00	2.00	1.06
Y6	0.18	0.04	1.27	1.34	1.00	6.91	3.80	3.00	0.54	0.12
Y7	3.02	1.33	4.00	5.05	1.00	21.96	12.08	3.00	9.07	3.98
Y8	3.31	1.20	3.65	4.64	1.00	20.05	11.03	3.00	9.94	3.60
Y9	0.73	0.25	2.24	2.67	1.00	12.26	6.74	3.00	2.18	0.74

- ✓ Los muros del piso 2 (Y-Y) no se agrietan por corte ante el sismo moderado
- ✓ ($V_e < 0.55 V_m$) → Control de figuración Ok.
- ✓ Los muros del piso 2 (Y-Y) no se agrietan por corte ante el sismo severo
- ✓ ($V_u \leq V_m$) → Verificación de la resistencia al corte del edificio Ok.
- ✓ $\Sigma V_m = 125.44 \text{ ton} \geq V_E = 36.12 \text{ ton}$ → Resistencia global Ok.
- ✓ Como $\Sigma V_m = 125.44 \text{ ton} > 3V_E = 108.36 \text{ ton}$, bajo esta condición se puede emplear refuerzo mínimo.

3.4.2.10. Diseño de Columnas de Confinamiento y Vigas Soleras

➤ Diseño Muros Agrietados por corte

A partir de los resultados de las Tablas 3.12 y 3.13 se puede apreciar que los muros no fallan por acción de sismo moderado o severo, pero por precaución se diseñara como muros agrietados a los más críticos como son los muros X3, X5, Y2 y Y9.

Tabla 3. 16: Parámetros de Diseño de columnas	
Altura Piso (m)	2.72
$f_c(\text{kg/cm}^2)$	210
$F_y \text{ Acero } (\text{kg/cm}^2)$	4.2
μ fricción	0.8
f_i	0.85
ϕ	0.7
Recubrimiento (cm)	3

Nomenclatura, Fórmulas y Secuencia del Diseño de Columnas de Confinamiento:

- 1) **Pg** = $P_D + 0.25 P_L$ = carga de gravedad acumulada (ton)
- 2) **Vm** = cortante de agrietamiento diagonal (ton)
- 3) **Mu** = momento flector ante sismo severo (ton-m)
- 4) **L** = longitud total del muro (m), incluyendo columnas de confinamiento
- 5) **Lm** = longitud del paño mayor o $\frac{1}{2} L$, lo que sea mayor (m). En muros de 1 paño: $L_m = L$
- 6) **Nc** = número de columnas de confinamiento en el muro en análisis
- 7) **M** = $M_u - \frac{1}{2} V_m h$ (ton-m)
- 8) **F** = M / L = fuerza axial producida por “M” en una columna extrema (ton)
- 9) **Pc** = P_g / N_c = carga axial producida por “Pg” en una columna (ton)
- 10) **Pt** = carga tributaria proveniente del muro transversal a la columna en análisis, puede emplearse: $P_t = (L_t P_g / L)$ del muro transversal (ton).
- 11) **T** = tracción en columna (ton):

$$\text{Extrema: } T = F - P_c - P_t$$

$$\text{Interna: } T = V_m h / L - P_c - P_t$$

12) **C** = compresión en columna (ton):

$$\text{Extrema: } C = P_c + F$$

$$\text{Interna: } C = P_c - \frac{1}{2} V_m h / L$$

13) **V_c** = cortante en columna (ton):

$$\text{Extrema: } V_c = 1.5 V_m L_m / (L (N_c + 1))$$

$$\text{Interna: } V_c = V_m L_m / (L (N_c + 1))$$

14) **A_s** = $(T + V_c / \mu) / (f_y \Phi)$ = área de acero vertical requerida (cm², mín. 4 Φ 8 mm), usar $\Phi = 0.85$

15) **A_s a usar** = **area de acero a colocar**

16) **δ** = factor de confinamiento:

$\delta = 0.8$ para columnas sin muros transversales

$\delta = 1.0$ para columnas con muros transversales

17) **A_n** = $A_s + (C / \Phi - A_s f_y) / (0.85 \delta f'_c)$ = área del núcleo de concreto (cm²), usar $\Phi = 0.7$

18) **A_{cf}** = $V_c / (0.2 f'_c \Phi) \geq 15 t \geq A_c$ = área de la columna por corte-fricción (cm²), usar $\Phi = 0.85$

19) **Usar:** Dimensiones de la columna a emplear (cm x cm)

20) **A_c** = área de concreto de la columna definitiva (cm²)

21) **A_n** = área del núcleo de la columna definitiva (cm²)

22) **A_s** = área de acero vertical mínima (cm²)

23) **A_s** = área de acero para estribos.

24) **s₁** = $A_v f_y / (0.3 t_n f'_c (A_c / A_n - 1))$ = espaciamiento de estribos por compresión (cm)

25) **S₂** = $A_v f_y / (0.12 t_n f'_c)$ = espaciamiento de estribos por compresión (cm)

26) **S₃** = $\frac{1}{4} d$ o 5 cm, lo que sea mayor = espaciamiento de estribos por compresión (cm)

27) **S₄** = 10 cm = espaciamiento máximo de estribos por compresión

28) **S** = espaciamiento a utilizar en la zona de confinamiento (cm)

29) **Zona c:** Zona a confinar en los extremos de la columna: 45 cm o 1.5 d (cm)

Notas:

- Estribaje mínimo: $\square \frac{1}{4}"$, 1 @ 5, 4 @ 10, r @ 25 cm

Nomenclatura, Fórmulas y Secuencia del Diseño de Vigas Soleras:

30) $T_s = \frac{1}{2} V_m L_m / L$ = tracción en la solera (ton)

31) $A_s = T_s / (\Phi f_y)$ = área de acero horizontal requerida (cm^2), usar $\Phi = 0.9$

32) $A_s \text{ usar} = \text{Acero longitudinal a utilizar}$

Notas:

- $A_s \text{ mín.} = 0.1 f'c A_{sol} / f_y$ o 4 Φ 8 mm. Así: $A_{sol} = 13 \times 25 = 325 \text{ cm}^2 \rightarrow A_s \text{ mín.} = 0.1 \times 0.210 \times 325 / 4.2 = 1.625 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{usar como mínimo 4 } \Phi$ 8 mm

Tabla 3. 17: Diseño de Muros Agrietados								
	X3		X5		Y2		Y9	
	COLUMNA		COLUMNA		COLUMNA		COLUMNA	
UBI	Extrem	Extrem	Extrem	Extrem	Intern	Intern	Intern	Extrem
1)Pm (Ton)	8.90		4.46		0.00		5.12	
2)Vm(Ton)	17.28		6.11		13.00		12.83	
3)Mu (Ton-m)	21.64		11.03		2.08		5.16	
4)L (m)	2.93		1.36		2.25		2.24	
5)Lm (m)	2.93		1.36		1.13		2.24	
6)Nc	2		2		2		2	
7)M (Ton-m)	0.00		2.71		0.00		0.00	
8)F (Ton)	0.00		2.00		0.00		0.00	
9)Pc (Ton)	4.45		2.23		0.00		2.56	
10)Pt (Ton)	2.26	2.26	0.00	2.44	2.02	2.23	1.10	0.00
11)T (Ton)	0.00	0.00	0.00	0.00	13.70	13.49	11.92	0.00
12)C (Ton)	4.45	4.45	4.23	4.23	0.00	0.00	0.00	2.56
13)Vc (Ton)	8.64	8.64	3.06	3.06	2.17	2.17	4.28	6.41
14)As	3.03	3.03	1.07	1.07	4.60	4.54	4.83	2.25
Diámetro	1/2	1/2	3/8	3/8	1/2	1/2	1/2	3/8
Numero	4.00	4.00	4.00	4.00	6.00	4.00	4.00	4.00
15)As a usar	5.07	5.07	2.85	2.85	7.60	5.07	5.07	2.85
16)δ	1.00	0.80	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
17)An (cm²)	-78.54	-99.44	-38.69	-30.38	-171.	-114	-114	-43.71
18)Acf (cm²)	242.06	242.06	85.59	85.59	60.71	60.71	119.7	179.65
19)Largo	30.00	30.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	25.00
19)Ancho	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00
20)Ac (cm²)	390.0	390.	260.0	260.0	260.0	260.0	260.0	325.0
21)An (cm²)	270.00	270.00	170.00	170.00	170.00	170.0	170.0	220.00
22)Asmin	1.95	1.95	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.63
Estribos	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8
23)As(estribos)	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
24)S1 (cm)	8.91	8.91	12.82	12.82	12.82	12.82	12.82	10.48
25)S2 (cm)	9.90	9.90	16.97	16.97	16.97	16.97	16.97	12.50
26)S3 (cm)	7.50	7.50	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.25
27)S4 (cm)	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
28)S	7.50	7.50	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.25
29)Zona Conf	45	45	45	45	45	45	45	45

Tabla 3. 18: Diseño de Soleras de Muros Agrietados

	X3	X5	Y2	Y9
30) Ts (Ton)	8.64	3.06	3.25	6.41
31) As (cm²)	2.29	0.81	0.86	1.70
	3/8	3/8	3/8	3/8
N. Varillas	4.00	4.00	4.00	4.00
32) As	2.85	2.85	2.85	2.85

➤ **Diseño Muros No Agrietados**

A partir de los resultados de las Tablas 3.14 y 3.15 se pudo apreciar que los muros no fallan por acción de sismo moderado o severo.

En este caso el diseño se facilita ya que la albañilería absorberá la fuerza cortante, con lo cual, las columnas no necesitan diseñarse por corte-fricción. Sólo se diseñan las columnas extremas a tracción y compresión, mientras que las columnas internas llevan refuerzo mínimo.

- [illegible]

$\delta = 1.0$ para columnas con muros transversales

15) $A_n = A_s + (C / \Phi - A_s f_y) / (0.85 \delta f'_c) = \text{área del núcleo de concreto (cm}^2\text{)}, \text{ usar } \Phi = 0.7$

16) Usar: Dimensiones de la columna a emplear (cm x cm)

17) $A_c = \text{área de concreto de la columna definitiva (cm}^2\text{)}$

18) $A_n = \text{área del núcleo de la columna definitiva (cm}^2\text{)}$

19) $A_{s \text{ mín.}} = 0.1 f'_c A_{sol} / f_y \text{ o } 4 \Phi 8 \text{ mm}$

Notas:

- Estribaje mínimo: [] 1/4", 1 @ 5, 4 @ 10, r @ 25 cm

Nomenclatura, Fórmulas y Secuencia del Diseño de Vigas Soleras:

20) $T_s = \frac{1}{2} V_m L_m / L = \text{tracción en la solera (ton)}$

21) $A_s = T_s / (\Phi f_y) = \text{área de acero horizontal requerida (cm}^2\text{)}, \text{ usar } \Phi = 0.9$

22) $A_s \text{ usar} = \text{Acero longitudinal a utilizar}$

Notas:

- $A_{s \text{ mín.}} = 0.1 f'_c A_{sol} / f_y \text{ o } 4 \Phi 8 \text{ mm. Así: } A_{sol} = 13 \times 25 = 325 \text{ cm}^2 \rightarrow A_{s \text{ mín.}} = 0.1 \times 0.210 \times 325 / 4.2 = 1.625 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{usar como mínimo } 4 \Phi 8 \text{ mm.}$

Tabla 3. 19: Diseño de Muros No Agrietados						
	X2		X5		X7	
	COLUMNA		COLUMNA	COLUMNA	COLUMNA	
UBICACION	Extrema	Extrema	Extrema	Extrema	Extrema	Extrema
1) Pm (Ton)	3.96		2.06		2.13	
2) VU(Ton)	3.96		2.06		2.13	
3) Mu (Ton-m)	7.19		2.60		3.53	
4) L (m)	2.93		1.36		1.88	
5) Lm (m)	2.93		1.36		1.88	
6) Nc	2		2		2	
7) F (Ton)	2.45		1.91		1.88	
8) Pc (Ton)	1.98		1.03		1.07	
9)Pt (Ton)	1.94	0.00	0.00	1.26	0.33	1.83
10) T (Ton)	0.00	0.47	0.88	0.00	0.48	0.00
11) C (Ton)	4.43	4.43	2.94	2.94	2.95	2.95
12) As	0.00	0.13	0.25	0.00	0.13	0.00
Diámetro	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8
Numero	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
13) As	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85
14) δ	1.00	0.80	0.80	1.00	1.00	1.00
15) An (cm ²)	-28.72	-36.61	-51.58	-40.69	-40.63	-40.63
16) Largo	15.00	15.00	15.00	20.00	20.00	20.00
16) Ancho	13.00	13.00	15.00	15.00	15.00	15.00
17) Ac (cm ²)	195.00	195.00	225.00	300.00	300.00	300.00
18) An (cm ²)	120.00	120.00	144.00	204.00	204.00	204.00
19) Asmin	0.98	0.98	1.13	1.50	1.50	1.50

Tabla 3. 20: Diseño de Soleras de Muros No Agrietados			
	X2	X5	X7
20) Ts (Ton)	1.98	1.03	1.07
21) As (cm ²)	0.52	0.27	0.28
	3/8	3/8	3/8
N.Varillas	4.00	4.00	4.00
22) As	2.85	2.85	2.85

3.4.3. Diseño en Bambú

El diseño en bambú cumple con los requisitos y exigencias mínimas para el análisis, diseño, los materiales de construcción planteados en la NTP. E.100, además se ha tomado algunas consideraciones del Manual de la Construcción con BAMBU elaborado por la Red Internacional de Bambú y Ratan (INBAR).

3.4.3.1. Planos Generales de la Vivienda y distribución de elementos estructurales

En la siguiente imagen se presenta una vista de planta de la Vivienda

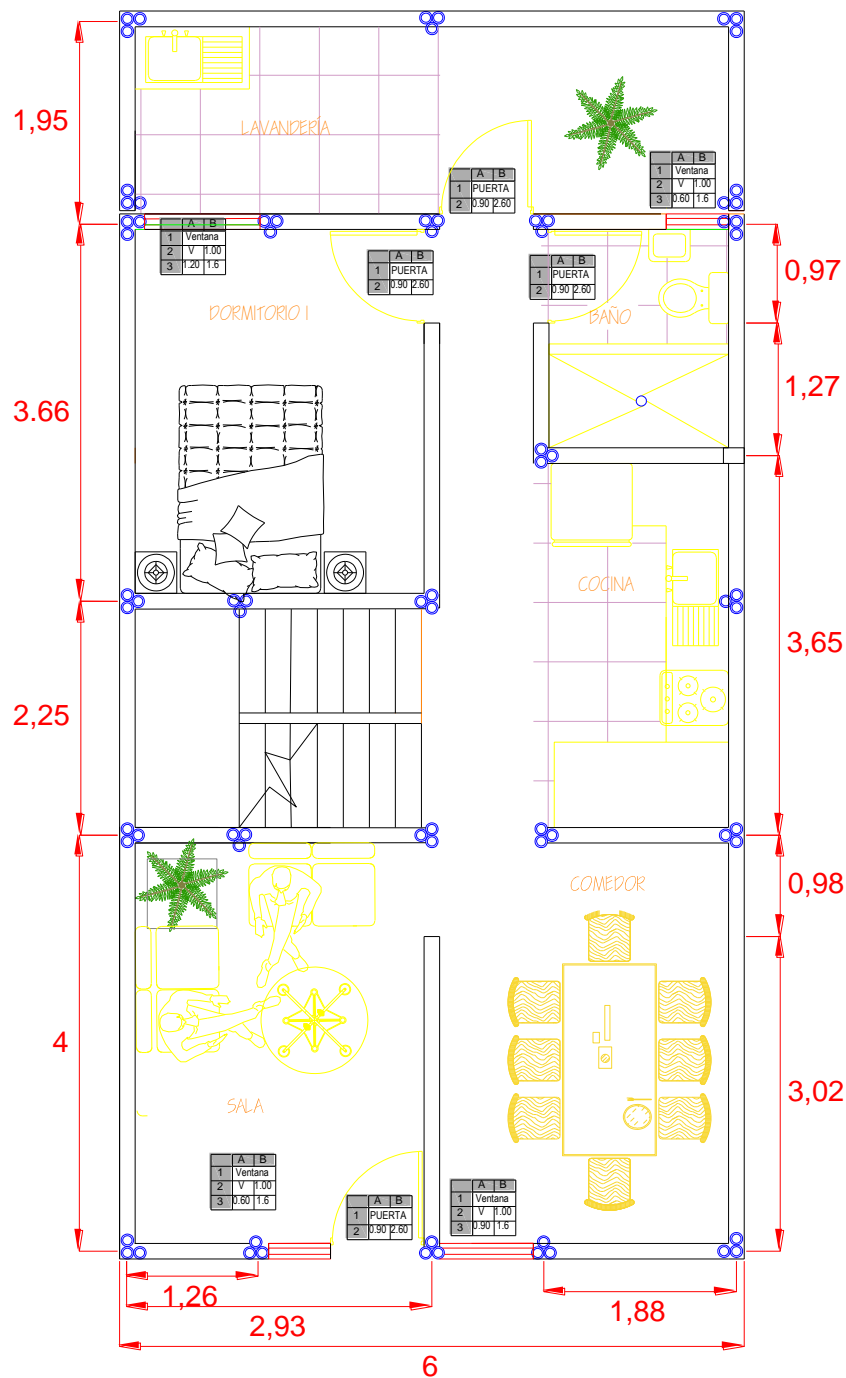


Figura 3. 25: Vista de planta de la vivienda de bambú.

3.4.3.2. Características de los Materiales

En la siguiente imagen se presenta una vista de planta de la Vivienda

➤ Bambú

- ✓ Culmos: Bambú del género Guadua, entre edades entre 4-6 años de 12 cm de diámetro externo y 1.5 cm de espesor.
- ✓ Mortero: relación cemento – arena 1 : 4 (muros portantes)
- ✓ Módulo de elasticidad Promedio= $E_{prom} = 95,000 \text{ kg/cm}^2 = 95 \text{ tn/m}^2$
- ✓ Módulo de elasticidad Mínimo-Emin= $75,000 \text{ kg/cm}^2 = 75 \text{ tn/m}^2$
- ✓ Módulo de Poisson = $\nu = 0.30$

➤ Concreto

- ✓ Resistencia nominal a compresión = $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- ✓ Módulo de Elasticidad = $E_c = 200,000 \text{ kg/cm}^2 = 2'000,000 \text{ ton/m}^2$
- ✓ Módulo de Poisson = $\nu = 0.15$

➤ Acero de refuerzo

- ✓ Corrugado, grado 60, esfuerzo de fluencia = $F_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2 = 4.2 \text{ ton/cm}^2$.

3.4.3.3. Predimensionamiento de elementos estructurales

La edificación será diseñada como un sistema porticado, las dimensiones para de los elementos estructurales se detallan a continuación.

➤ Losa Maciza

Se utilizará una losa de concreto armado de 5 cm, cuya única función será transmitir las cargas a las viguetas.

➤ Columnas

Las columnas están conformadas por tres cañas, conectadas por zunchos a cada 80 cm o L/4, la menor dimensión, se tendrá en cuenta el criterio de columnas fuerte, viga débil.

➤ Vigas principales

Las Vigas principales estarán compuestas por tres cañas, conectadas por zunchos a cada 80 cm o L/4, la menor dimensión. Posteriormente se comprobará que la deflexión máxima esté dentro de lo que la NTP E.100 permite, el valor máximo permisible está dado por la siguiente expresión.

$$D \leq \frac{Ln}{350} \leq 13mm$$

Donde:

D: Deflexión máxima

Ln: Luz libre de viga

En caso no cumplir con esta condición se tendrá que cambiar la sección y realizar un nuevo análisis.

➤ **Viguetas**

Las viguetas estarán conformadas por una sola caña, y ubicadas en la dirección más corta y espaciadas a cada 0.60m, también se verificará que aparte de cumplir con los esfuerzos admisibles, las deflexiones no sobrepasen la Deflexión máxima permisible.

➤ **Arriostres**

Los arriostres tendrán la función de dar rigidez a la estructura, estarán conformados por una sola caña, y tendrán la función de rigidizar la estructura.

➤ **Predimensionamiento de Escalera**

La escalera estará compuesta por pasos de concreto armado de 5 cm de espesor soportados por vigas longitudinales de una sola caña, que llegaran al descanso el cual contara con una losa de 5 cm soportado sobre dos vigas conformadas por dos cañas.

Se utilizará contrapasos de 0.185, y pasos de 25 cm.

$$cp = \frac{2.96}{0.185} = 16$$

Estas dimensiones deberán cumplir la siguiente expresión.

$$0.6 \leq 2 * cp + p \leq 0.64$$

$$0.6 \leq 2 * 0.185 + 0.25 \leq 0.64$$

$$0.6 \leq 0.62 \leq 0.64$$

Las dimensiones planteadas cumplen con la expresión, por tanto se tendrá pasos de 25 cm, contrapasos de 18,5 cm, y el ancho de la escalera será de un metro.

3.4.3.4. Metrado de cargas

Las cargas actuantes en cada elemento se obtienen sumando las cargas de la tabiquería, losa, acabados y sobrecarga.

➤ **Cargas vivas y cargas muertas**

Pesos Volumétricos

Peso volumétrico del concreto armado: 2.4 ton/m³.

Peso volumétrico del Bambú: 0.7 ton/m³

Peso volumétrico del tarrajeo: 2.0 ton/m³

Pesos de pisos por metro cuadrado

Peso propio de la (losa maciza 5cm+ caña)= 2.4x0.05+0.7x0.015=0.121ton/m²

Sobrecarga (incluso en escalera)=0.2 ton/m², excepto en azotea: 0.1 ton/m²

Carga en viguetas

Piso típico

$$WD=0.121 \times 0.60=0.073 \text{ Ton/m}$$

$$WL=0.200 \times 0.60=0.12 \text{ ton/m}$$

Azotea

$$WD=0.121 \times 0.60=0.073 \text{ Ton/m}$$

$$WL=0.100 \times 0.60=0.06 \text{ ton/m}$$

Carga de muros en vigas

$$WD=\text{Caña chancada} + \text{Tarrajeo} + \text{Marco de bambú}$$

$$WD = 2 \times 0.7 \times 0.01 \times 2.60 + 2 \times 2 \times 0.015 \times 2.60 + 0.008 = 0.201 \text{ ton/m}$$

Carga de escalera

La carga permanente en el tramo inclinado y para el tramo recto que corresponde a cada viga es:

$$wD = 2.4 \times 0.05 \times 0.5 + 0.7 \times 0.01 \times 1 \times 0.50 = 0.06 \text{ ton/m}$$

Carga viva en todos los tramos de la escalera será de

$$WL=0.200 \times 0.5=0.1 \text{ ton/m}$$

➤ Cargas de viento

Las cargas de vientos se calcularán en base a la NTP E.020 Cargas, la cual en sus artículos 12.3 Velocidad de Diseño y 12.4 Carga Exterior de Viento, nos da los criterios y las expresiones para el cálculo de la carga de viento.

Para nuestra edificación cuya altura es menor a 10m según la norma la velocidad de diseño será la máxima adecuada, el cual será extraído del anexo 2, para la ubicación donde se ejecutará el proyecto le corresponde una velocidad de diseño de 80 km/h.

Para el cálculo de la carga de viento se usará la siguiente expresión:

$$P_h = 0.005 C V_h^2$$

Donde:

P_h : Carga exterior de viento

C: Factor de forma adimensional, +0.8 para barlovento, -0.6 para Sotavento (superficies verticales)

V_h : Velocidad de diseño

Para Barlovento se tiene una carga de viento equivalente a:

$$P_h = 0.005 \times 0.8 \times 80^2 = 25.6 \text{ kg/m}^2$$

Para Sotavento se tiene una carga de viento equivalente a:

$$P_h = 0.005 \times (-0.6) \times 80^2 = -19.2 \text{ kg/m}^2$$

Estas cargas se han repartido en las columnas exteriores como se muestra en la Tabla 3.21, para la dirección X-X, como para la dirección Y-Y, de acuerdo al área tributaria de cada columna.

Tabla 3. 21: Cargas de Viento en Columnas			
Viento en eje X-X	ancho tributario	Barlovento	Sotavento
Columna eje 1-1	1.985	0.051	-0.038
columna eje 3-3	3.11	0.080	-0.060
columna eje 4-4	2.93	0.075	-0.056
columna eje 7-7	1.805	0.046	-0.035
Y-Y			
columna eje A-A	0.655	0.017	-0.013
columna eje B-B	2.125	0.054	-0.041
columna eje C-C	1.335	0.034	-0.026
columna eje D-D	1.1	0.028	-0.021
columna eje F-F	0.375	0.010	-0.007

3.4.3.5. Análisis estático ante sismo moderado

El cálculo de fuerzas de fuerza cortante se hace de acuerdo a la NTP E.030 “Diseño sismo Resistente”, la cual plantea la siguiente expresión.

$$V = \frac{ZUCS}{R} \times P$$

Donde:

V: fuerza cortante por acción sísmica

Z: Factor de zona, zona 4, entonces un factor de $Z=0.45$

U: Factor de uso, para viviendas $U=1$

S: Factor de Suelo, para Zona 4 y un suelo blando S3 se tiene $S=1.1$

C: Factor de amplificación sísmica.

R: Coeficiente de reducción de fuerza sísmica. $R = R_0 \times I_a \times I_p$

$R_0=7$ para madera, sismo moderado

I_a =factor de irregularidad en planta, 0.9 para nuestra edificación

I_p =factor de irregularidad en altura, 1 para nuestra edificación.

P: peso de la estructura, $P=PD+0.25PL=107.55$ ton.

Para un suelo blando se tiene un $T_p = 1.0$ y $T_L = 1.6$

3.4.3.6. Modelamiento en ETABS

Para el diseño y análisis del modelo estructural de nuestra vivienda en ETABS versión 2016, se procedió con los siguientes pasos:

➤ Configuración de unidades.

Seleccionamos el Sistema Métrico MKS que los las unidades con las que hemos venido trabajando en los cálculos previos.

Ruta: File – New Model

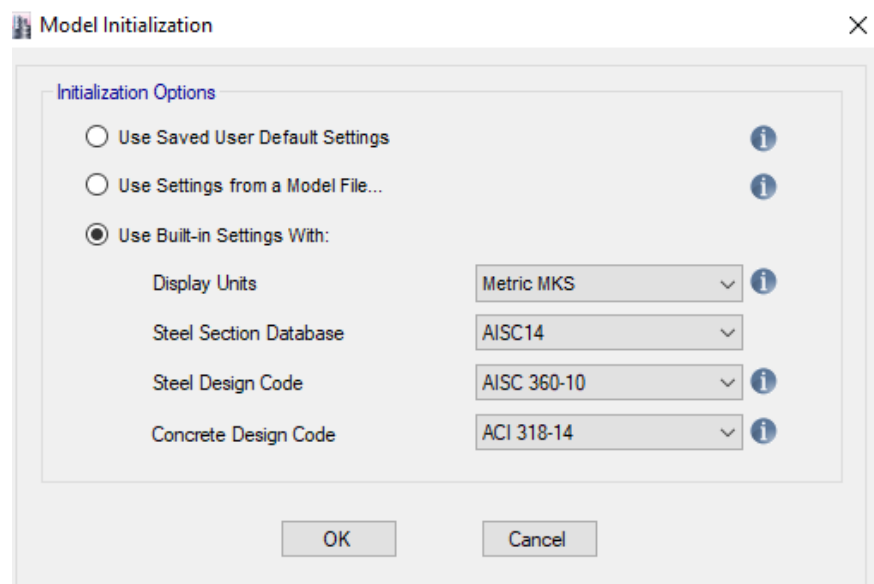


Figura 3. 26: Ventana de Configuración de Unidades.

Elaborado con Software Estructural ETABS

➤ Elección y diseño de la plantilla a utilizar en el modelamiento

Configuramos el Grid (plantilla) a utilizar para el diseño de la estructura.

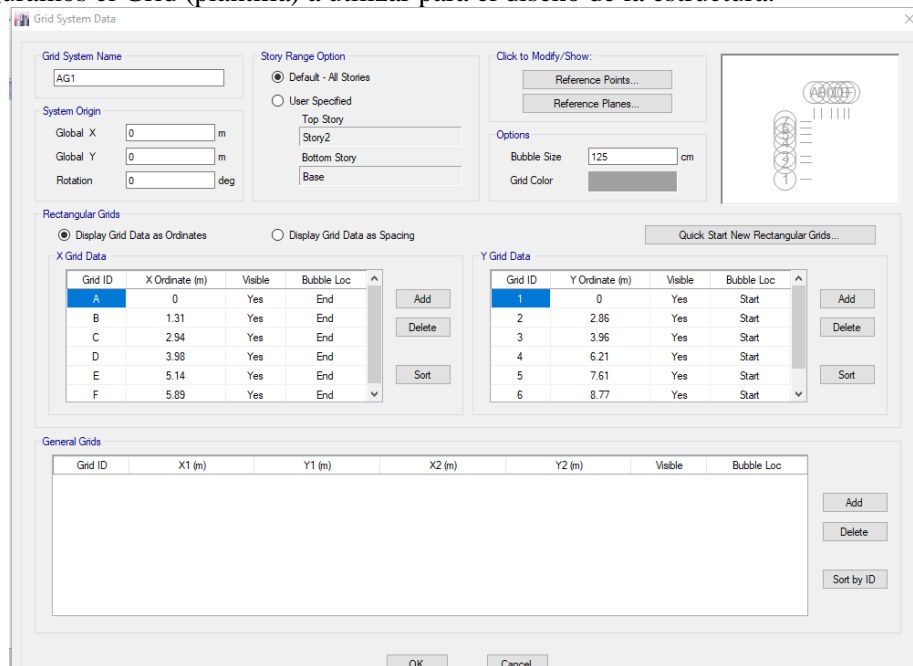


Figura 3. 27: Ventana de Configuración de la Grid para el modelo.

Elaborado con Software Estructural ETABS

➤ Definición de materiales

Definimos las propiedades materiales a utilizar, bambú.

Ruta: Define – Material properties.

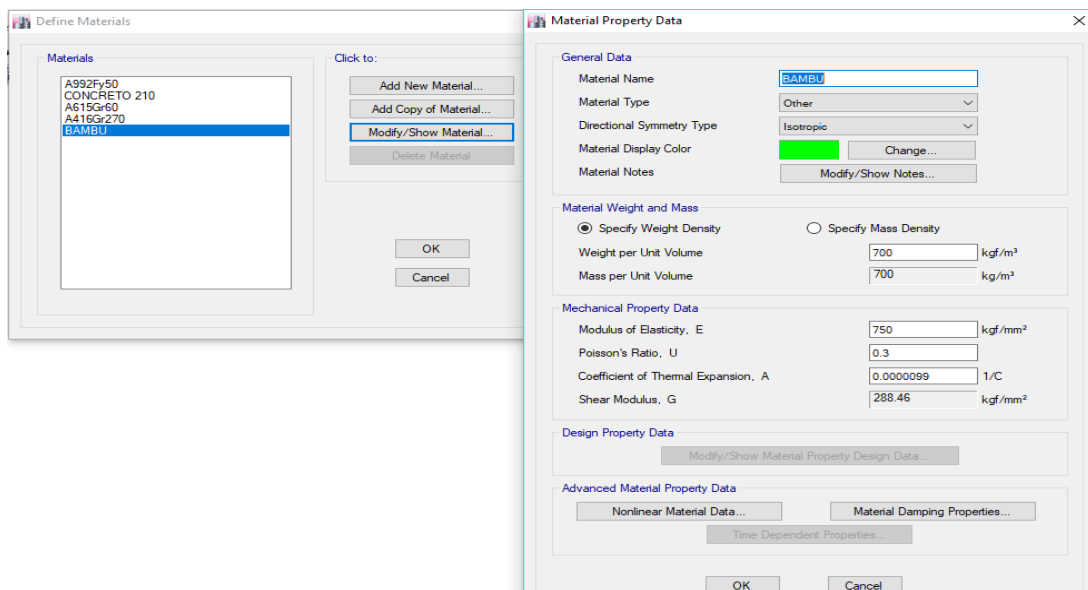


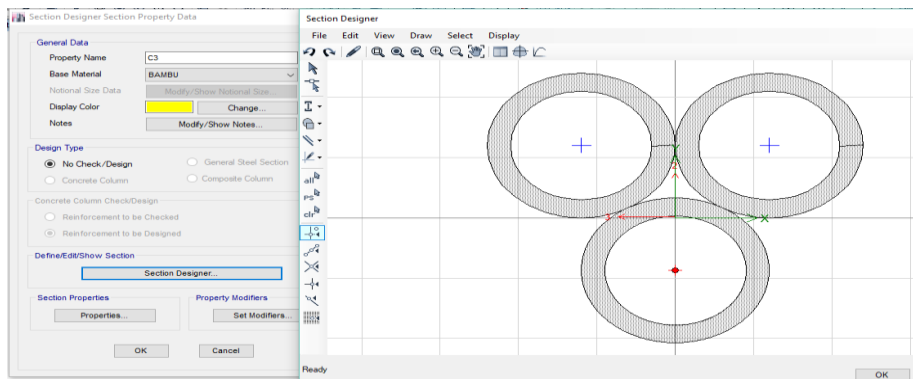
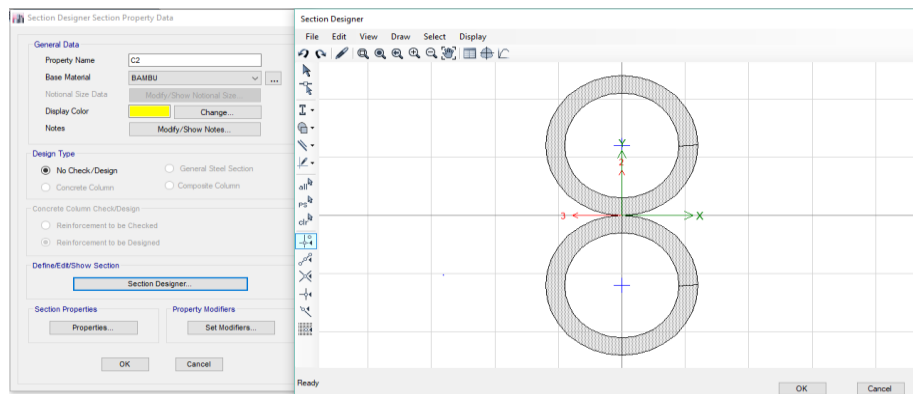
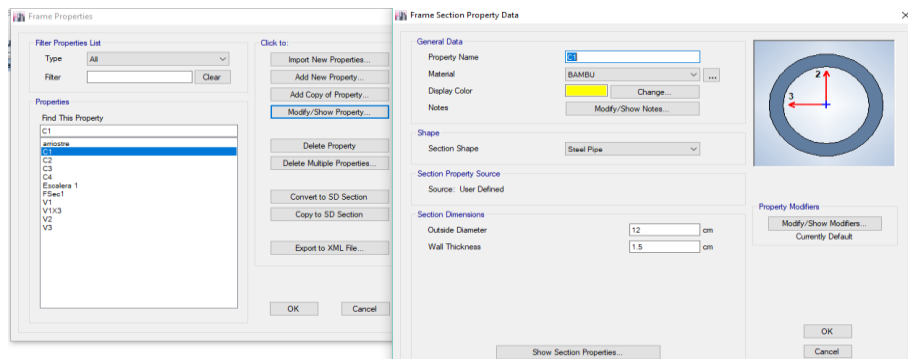
Figura 3. 28: Ventana de Configuración de Propiedades de Materiales.

Elaborado con Software Estructural ETABS

➤ **Definición de secciones de elementos estructurales (muros, losas, vigas, losas, etc.)**

Definimos las propiedades de los elementos a utilizar en el modelo calculado previamente en el predimensionamiento.

Ruta: Define – Section properties-Frame Sections



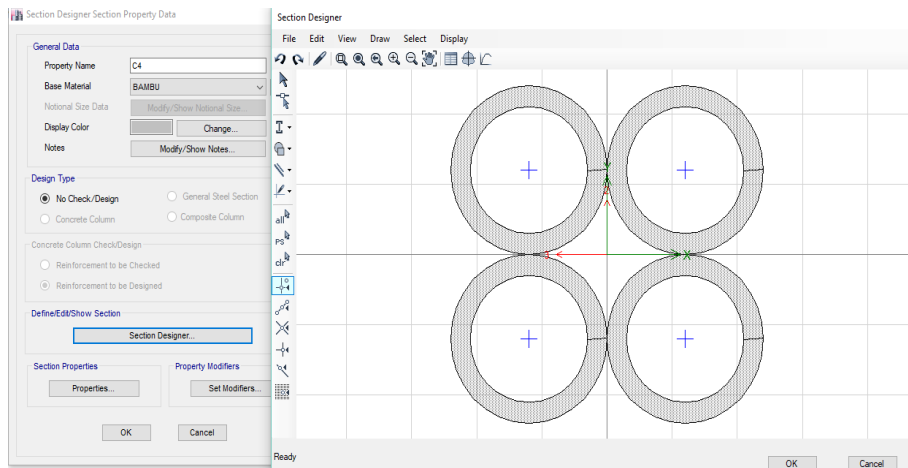


Figura 3. 29: Ventana de definición de secciones de elementos tipo frame.

➤ Dibujo de elementos estructurales

Una vez definidos los materiales y los elementos estructurales se procede al dibujo en el siguiente orden.

Elementos tipo frame verticales (columnas)

Ruta: Draw Beam/Colum

Elementos tipo frame Horizontales

Ruta: Draw Beam/Colum

Elementos tipo frame Diagonales (arriostres)

Ruta: Draw Beam/Colum

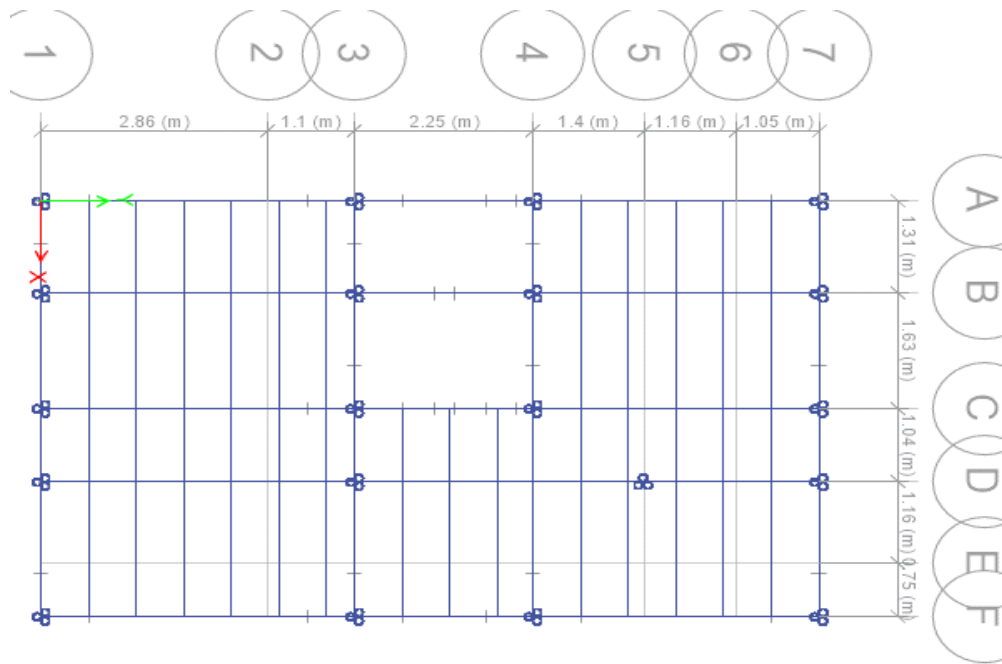


Figura 3. 30: Vista de planta del modelo en Bambú piso 1

Elaborado con Software Estructural ETABS

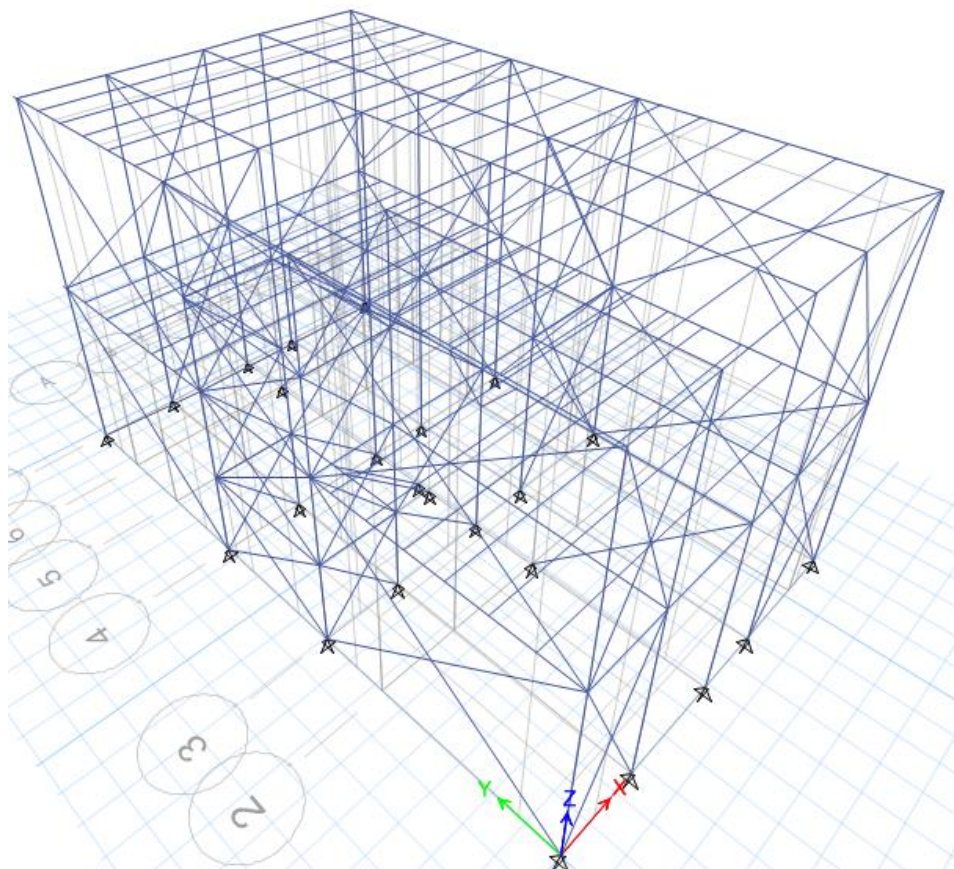


Figura 3. 31: Vista en 3D del edificio en Bambú.

Elaborado con Software Estructural ETABS

➤ **Asignación de CM y CV en Elementos**

Ruta: Assing – Frame Loads-Distributed

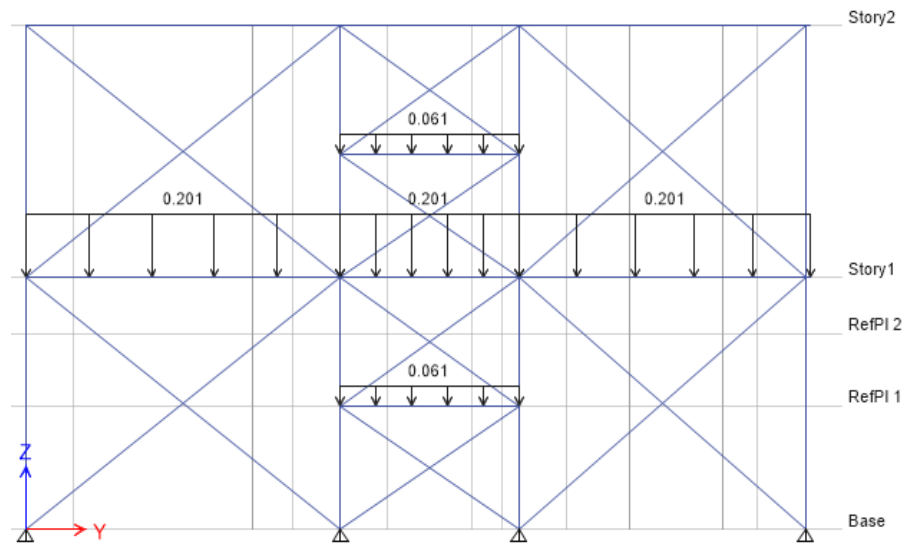


Figura 3. 32: Vistas de cargas asignadas en elementos (eje A-A)

Elaborado con Software Estructural ETABS

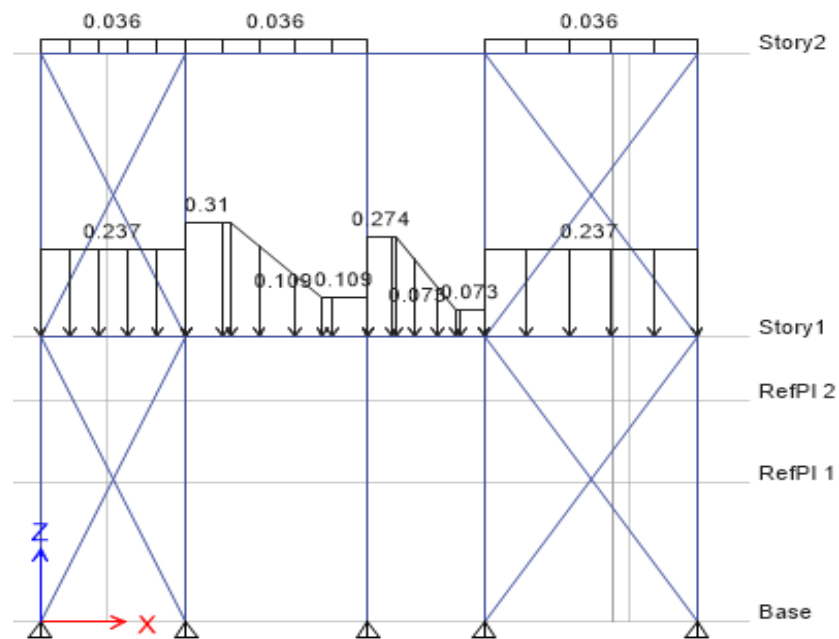


Figura 3. 33: Vistas de cargas asignadas en elementos (eje 1-1)

Elaborado con Software Estructural ETABS

➤ **Verificación del modelo.**

Ruta: Analyze – check model

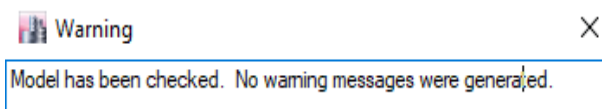
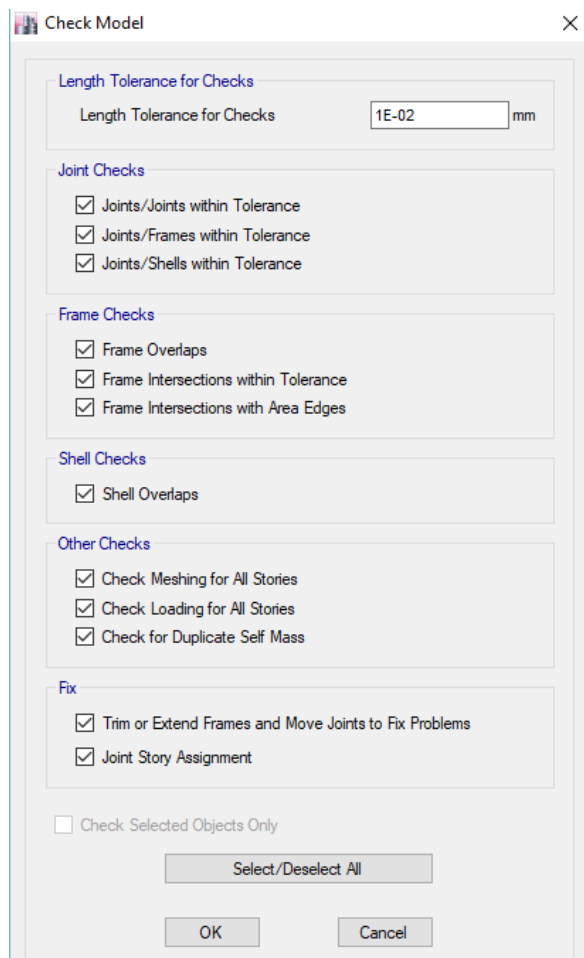


Figura 3. 34: Ventana de Verificación del modelo.

Elaborado con Software Estructural ETABS

➤ **Análisis Estático y Análisis Dinámico**

✓ Definir patrones de cargas

Definimos los patrones de carga para cargas vivas, muertas, sismo de diseño estático en x e y, sismo severo en x e y, además se establece el coeficiente para análisis sísmico estático (0.1964).

Ruta: Define – Load Patterns

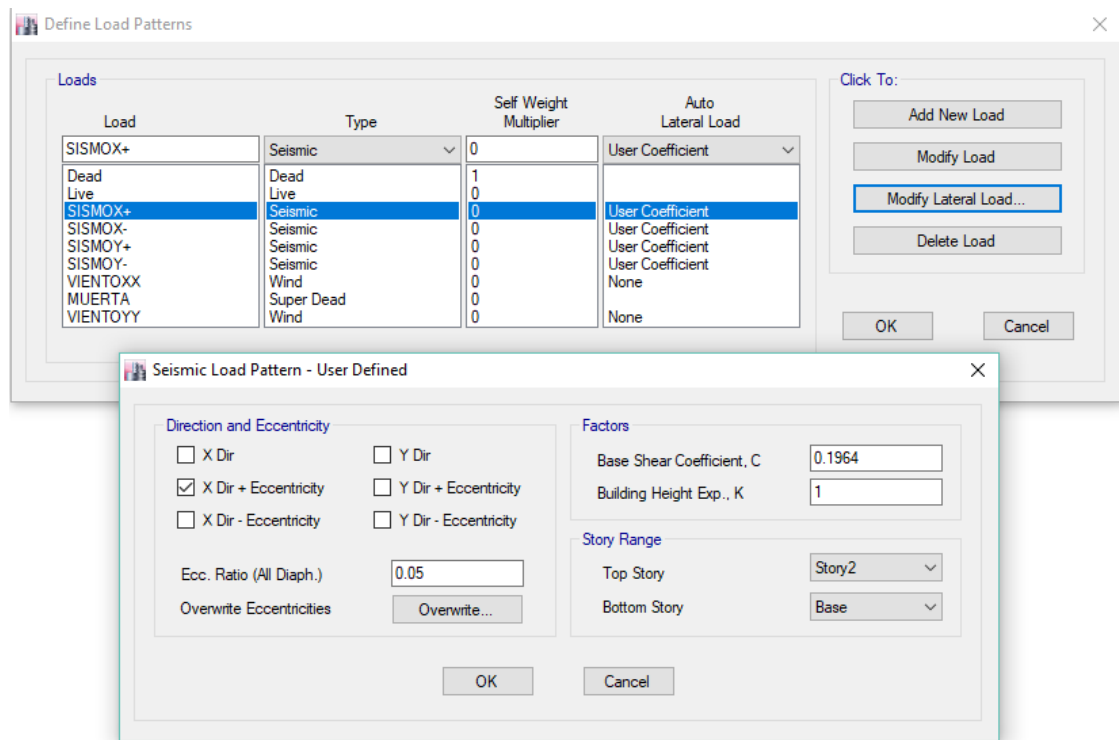


Figura 3. 35: Ventana definir patrones de carga

Elaborado con Software Estructural ETABS

➤ Definición del espectro de respuesta para el análisis dinámico

Ruta: Define – functions-Response Spectrum

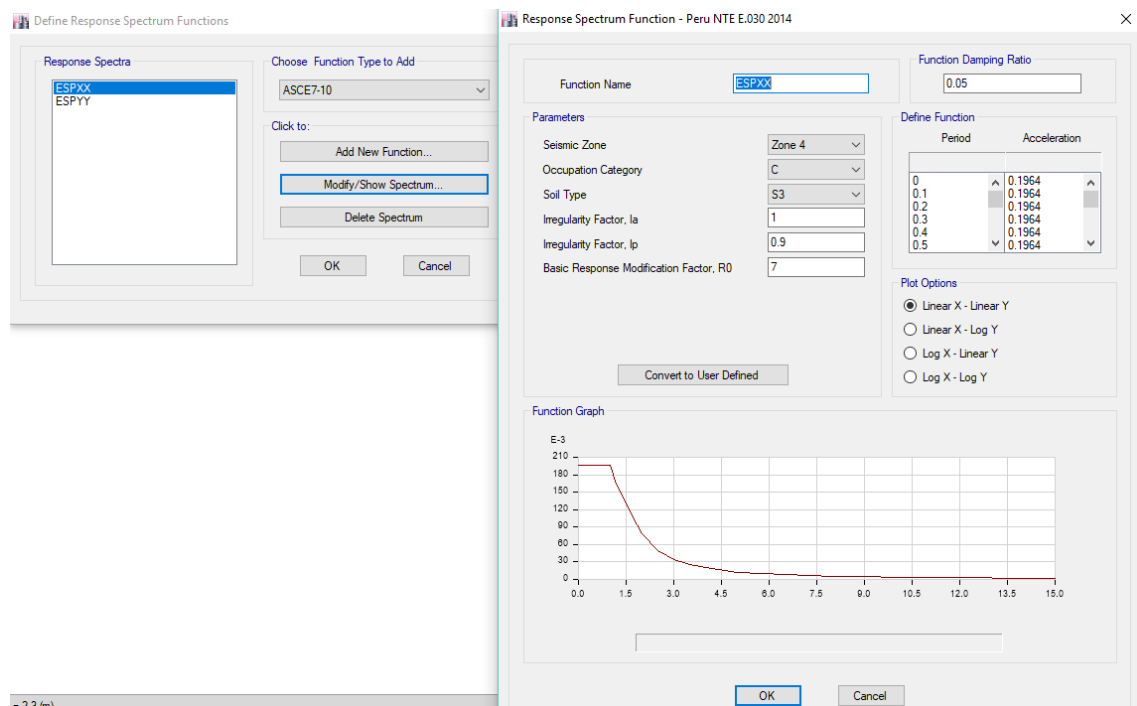


Figura 3. 36: Ventana definir espectro de respuesta

Elaborado con Software Estructural ETABS

➤ Definición de Sismo Dinámico

Ruta: Define – Load Cases

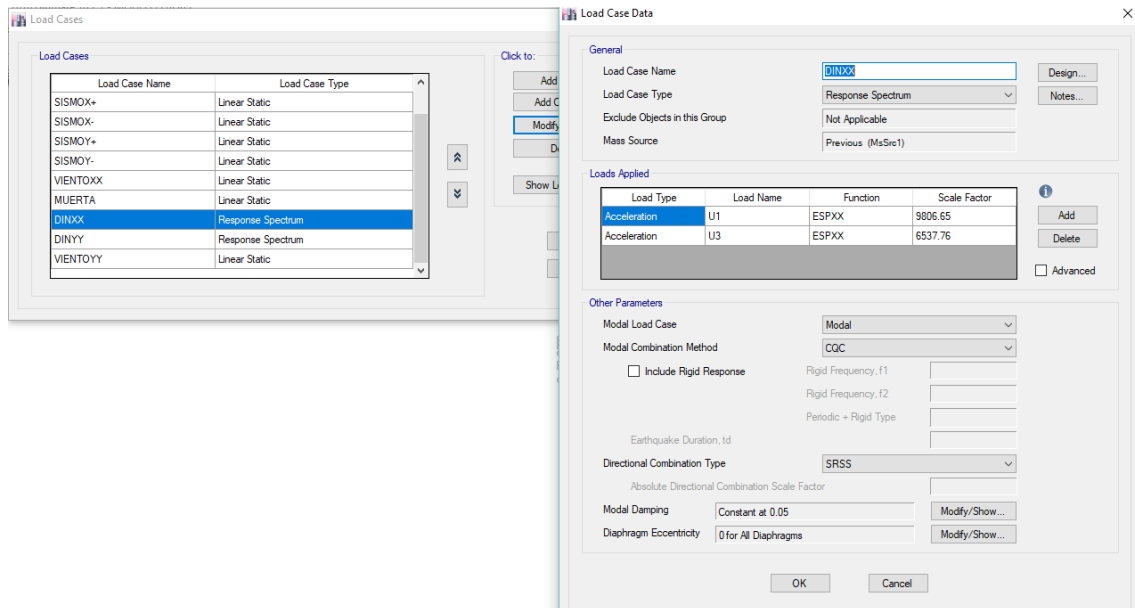


Figura 3. 37: Ventana Loas Cases

Elaborado con Software Estructural ETABS

➤ Definición de masa a considera para análisis sísmico

Ruta: Define – Mass source

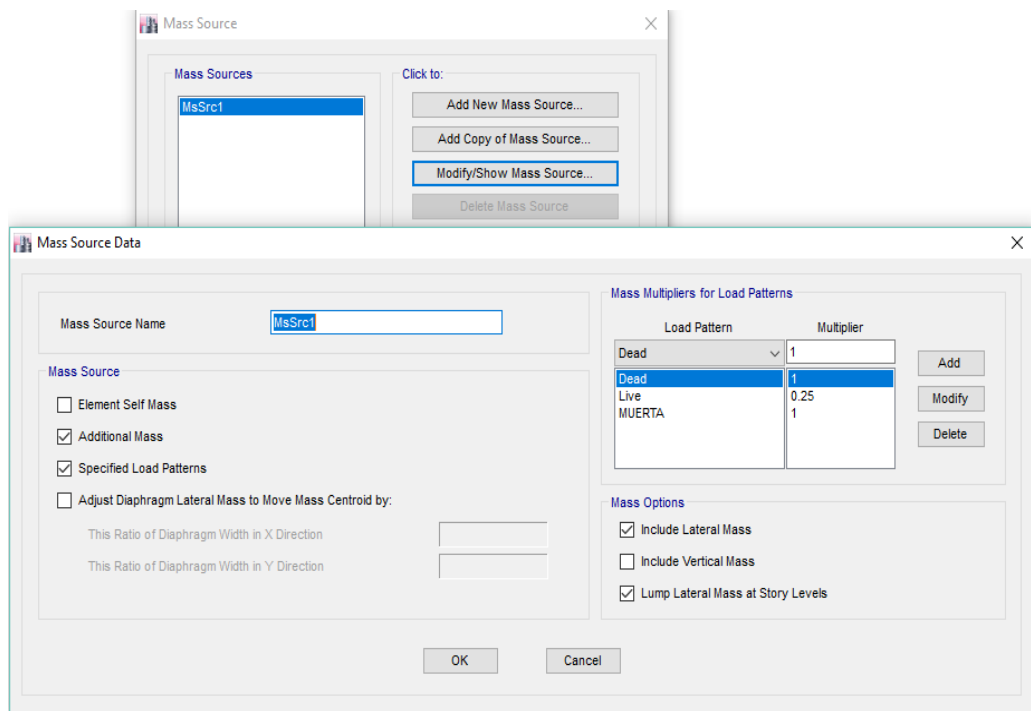


Figura 3. 38: Ventana Loas Cases

Elaborado con Software Estructural ETABS

➤ Definir combinaciones de cargas

Ruta: Define – Load Combinations

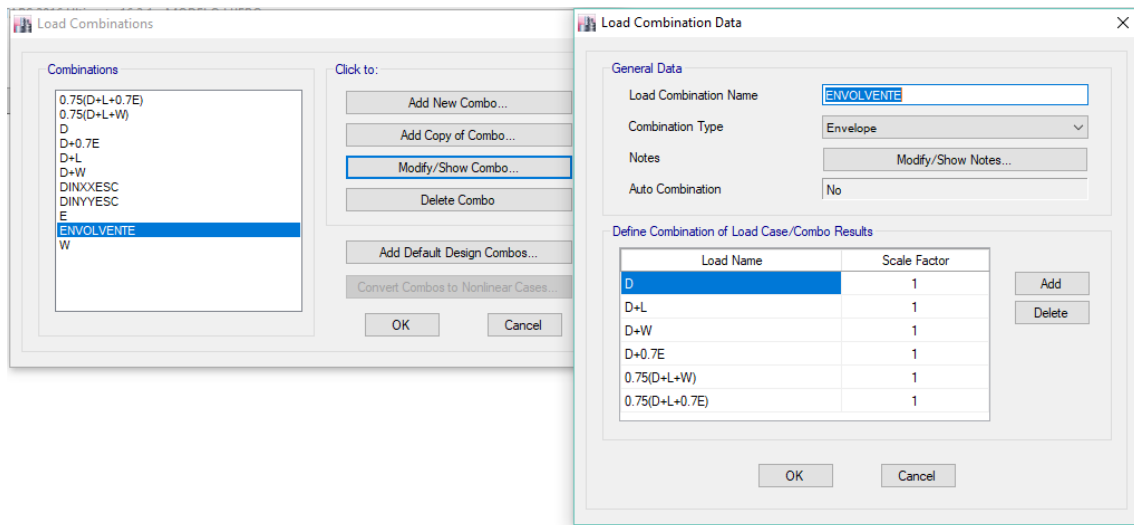


Figura 3. 39: Ventana definir combinaciones de cargas

Elaborado con Software Estructural ETABS

➤ Liberación de nodos de pórtico

Se liberan los elementos de momentos en los extremos

Ruta: Assign-Frame-Releases

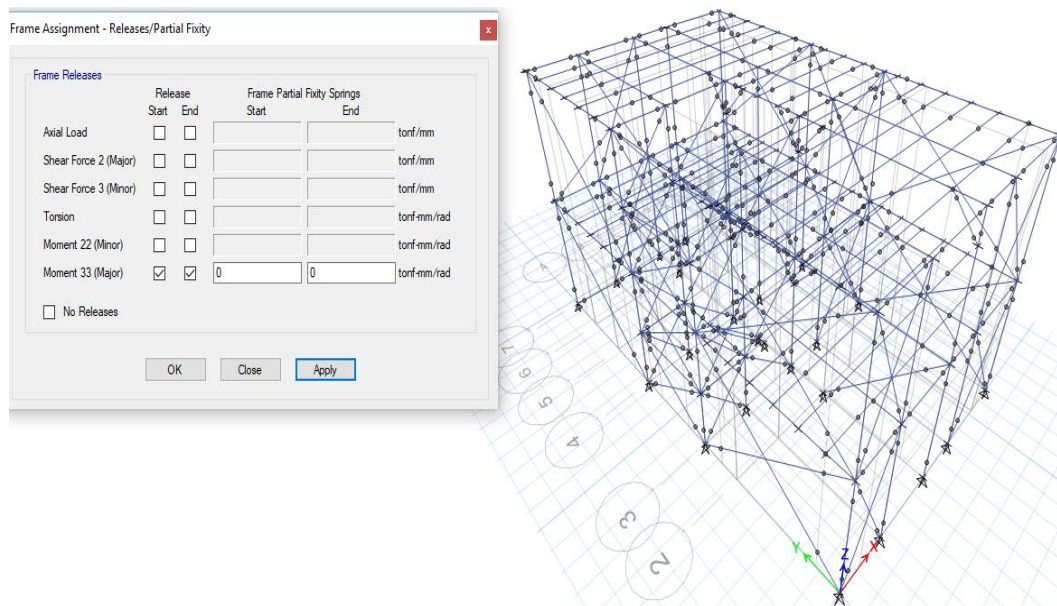


Figura 3. 40: Ventana Liberación de momentos en los extremos

Elaborado con Software Estructural ETABS

➤ **Empezar Análisis**

Ruta: analysis-Run analysis

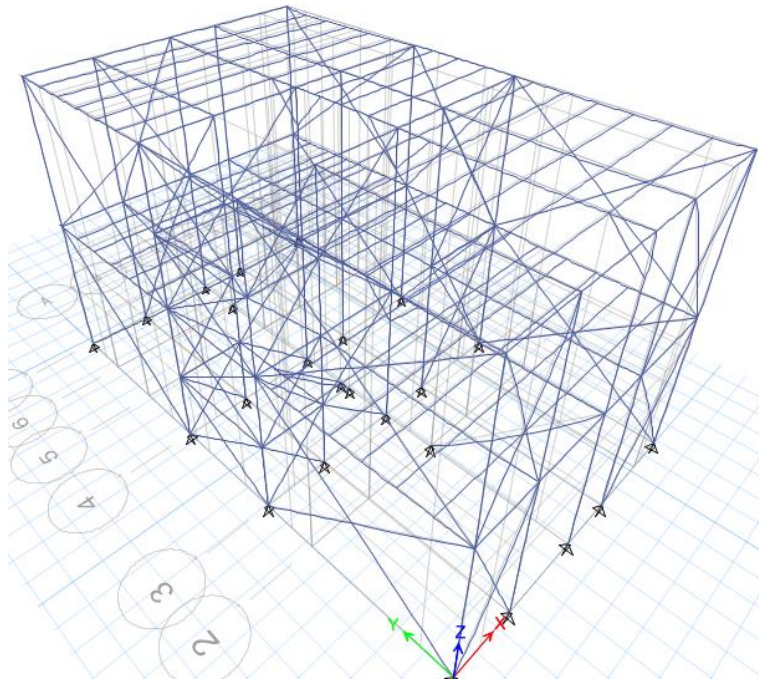


Figura 3. 41: Comportamiento de Modelo

Elaborado con Software Estructural ETABS

3.4.3.7. Análisis del Modelo Estructural

Luego que el programa ha calculado todas las fuerzas, desplazamientos se verificara estos resultados y verificar si están dentro de los parámetros indicados en la NTP E.030 Diseño Sismorresistente y la NTP E.100 Bambú.

➤ **Desplazamientos Laterales, Derivas de Entre Piso para XX e YY**

La nomenclatura empleada en este acápite es:

D = desplazamiento lateral elástico absoluto por sismo moderado.

d = desplazamiento lateral elástico relativo por sismo moderado (o desplazamiento del entrepiso).

DI = distorsión inelástica máxima de entrepiso = $R d / h$ (Norma E.030) irregulares

R = 7 (para sismo moderado)

h = 2.96 m = altura de entrepiso

Las distorsiones inelásticas máximas (DI) calculadas en las Tablas 3.22 y 3.23 para la dirección X-X y Y-Y respectivamente, están por debajo de lo permitido por la NTP E.030 para edificaciones de madera es de (0.01), por tanto, el edificio cuenta con una rigidez adecuada, se puede proceder con el diseño de los elementos.

Tabla 3. 22: Distorsiones en la Dirección X-X										
Nivel	Carga	Direc.	D	d	R _x	H piso	Deriva (Δ/hi)	Distorsión R*(Δ/hi)	Distorsión max (Δ/hi)	
			mm	mm		mm				
2	DXX	X-X	4.977	2.128	7	2960	0.0007	0.005	0.01	ok
1	DXX	X-X	2.849	2.849	7	2960	0.0009	0.007	0.01	ok
Base	DXX	X-X		0						

Tabla 3. 23: Distorsiones en la Dirección Y-Y										
Nivel	Carga	Direc	D	d	R _y	H piso	Deriva (Δ/hi)	Distors. R*(Δ/hi)	Distors. max (Δ/hi)	
			mm	mm						
2	DYY	Y-Y	5.502	3.464	7	2960	0.0012	0.0082	0.01	ok
1	DYY	Y-Y	2.038	2.038	7	2960	0.0006	0.0048	0.01	ok
Base	DYY	Y-Y								

➤ Periodo Natural de Vibración

Se analiza el periodo del primer modo de vibración calculado por el programa T=0.221 periodo calculado por análisis modal con el programa ETBAS.

➤ Fuerzas Internas por Sismo Moderado

En la Tabla 3.24 se muestra los valores actuantes de cortante en el primer piso.

Tabla 3. 24: Fuerzas Cortantes En El Primer Piso			
V _x Estático	6.69	V _y Estático	6.69
V _x Dinámico	6.02	V _y Dinámico	6.02

3.4.3.8. Diseño de Elementos

3.4.3.8.1. Esfuerzos admisibles

Los esfuerzos admisibles utilizados para el diseño se indican en la Tabla 3.25.

Tabla 3. 25: Esfuerzos Admisibles				
Flexión	Tracción Paralela	Compresión Paralela	Corte	Compresión Perpendicular
f_m	f_t	f_c	f_v	f'_c
5Mpa	16Mpa	13Mpa	1Mpa	1.3 Mp
50kg/m ²	1600kg/m ²	1300kg/m ²	100kg/m ²	13 g/m ²

Fuente: NTP E.100 Bambú

Los esfuerzos admisibles serán modificados por coeficientes de duración de carga, esbeltez, por redistribución de carga, tal y como se muestra en la siguiente expresión.

$$f'_i = f_i \times C_D \times C_L \times C_r$$

Donde:

f'_i : Esfuerzo admisible aplicado para solicitación i.

f_i : Esfuerzo admisible para solicitación i.

C_D : Coeficiente de modificación para duración de carga (0.9 para carga muerta).

C_L : Coeficiente de modificación por estabilidad de vigas.

C_r : Coeficiente de modificación por redistribución de cargas. (1.1 para entramados)

3.4.3.8.2. Diseño de Elementos Flexión.

Elementos horizontales casi horizontales que soportan cargas perpendiculares, para nuestro caso se tiene las vigas y las viguetas.

Los elementos sometidos a flexión deberán ser verificados para:

✓ Deflexiones

La deflexión máxima para todo tipo de edificación está dada por $L/350$, donde L es la luz libre entre apoyos.

✓ Flexión

Los esfuerzos producidos no deberán exceder el esfuerzo admisible modificado.

$$f_m = \frac{M}{S} \leq f'_m$$

Donde

f_m : Esfuerzo a flexión actuante.

f'_m : Esfuerzo admisible modificado.

S: Módulo de sección.

3.4.3.8.3. Corte paralelo a las fibras.

El cortante paralelo a las fibras actuante no deberá exceder el esfuerzo cortante admisible paralelo a las fibras admisible.

Si el elemento está cargado en su parte inferior y cargado en su parte superior, es suficiente verificar la resistencia al corte en las secciones ubicadas a una distancia del apoyo igual al peralte (d), excepto en voladizos.

$$f_v = \frac{2V}{3A} \left(\frac{3D_e^2 - 4D_e t + 4t^2}{D_e^2 - 2D_e t + 2t^2} \right) \leq F'_V$$

Donde:

f_v : Esfuerzo cortante paralelo a las fibras actuantes.

A : Área de la sección transversal del elemento.

D_e^2 : Diámetro externo promedio de la sección.

t : Espesor promedio de la sección.

F'_V : Esfuerzo admisible modificado para cortante paralelo a las fibras.

V : Fuerza cortante en la sección considerada.

3.4.3.8.4. Compresión perpendicular a las fibras.

Este análisis se realizará en los apoyos y en los puntos sujetos a cargas concentradas, deberá verificarse que el esfuerzo en compresión perpendicular a las fibras actuante, no exceda el admisible modificado.

$$f'_c = \frac{3RD_e}{2t^2l} < F'_P$$

Donde:

f'_c : Esfuerzo perpendicular a las fibras actuante.

R : Fuerza aplicada perpendicular a las fibras.

D_e : Diámetro Externo de promedio del elemento.

t : Espesor promedio del elemento.

l : Longitud del apoyo

F'_P : Esfuerzo admisible modificado perpendicular a las fibras

3.4.3.8.5. Diseño de Elementos Solicitados por Fuerza Axial

➤ Elementos solicitados a tensión axial

El esfuerzo de tensión actuante para cualquier sección no deberá exceder el valor del esfuerzo modificado admisible a tensión axial.

$$f_t = \frac{T}{A_n} \leq F'_t$$

Donde:

f_t : Esfuerzo de tensión actuante.

T : Fuerza de tensión axial aplicada.

A_n : Área neta del elemento.

F'_t : Esfuerzo de tensión admisible, modificado.

➤ Elementos solicitados a compresión axial

Se verificará que los la carga actuante en los elementos a compresión sea menor a la carga admisible, el análisis de la carga admisible dependerá de la clasificación de columnas según su relación de esbeltez (λ), como se muestra en la Tabla 3.26.

Tabla 3. 26: Clasificación de Columnas por Esbeltez	
Columna	Esbeltez
Corta	$\lambda < 30$
Intermedia	$30 < \lambda < Ck$
Larga	$Ck < \lambda < 150$

Fuente: NTP E.100 Bambú

La relación de esbeltez se determina con la siguiente expresión:

$$\lambda = \frac{l_e}{r}$$

Donde:

r : Radio de giro

l_e : Longitud efectiva $l_e = l_u k$

l_u : Longitud no soportada lateralmente.

k : Coeficiente de Longitud efectiva. (1 para extremos articulados, 2 para un extremo con restricción a la rotación y al desplazamiento y el otro libre)

La esbeltez Ck es el límite entre columnas intermedias y columnas largas y se calcula con la siguiente expresión.

$$Ck = 2.265 \sqrt{\frac{E_{0.05}}{f'_c}}$$

Donde:

$E_{0.05}$: Modulo de elasticidad en percentil 5.

f'_c : Esfuerzo admisible en compresión admisible paralelo a las fibras modificado.

a) Cálculo de carga admisible para columnas cortas

La carga admisible para columnas cortas se determina mediante la siguiente expresión.

$$N_{adm} = f'_c A$$

Donde:

f'_c : Esfuerzo admisible en compresión admisible paralelo a las fibras modificado.

A: Área de la sección.

b) Cálculo de carga admisible para columnas intermedias.

La carga admisible para columnas clasificadas como Intermedias se determina mediante la siguiente expresión.

$$N_{adm} = f'_c A \left[1 - \frac{1}{3} \left(\frac{\lambda}{C_K} \right)^4 \right]$$

c) Cálculo de carga admisible para columnas largas.

La carga admisible de columnas largas se debe determinar por consideraciones de elasticidad, la máxima se determinará por la fórmula de Euler, la fórmula general de las columnas de secciones de cualquier forma es:

$$N_{adm} = \frac{\pi^2 EA}{2.5 \lambda^2}$$

Donde:

A: Área de la sección.

λ : relación de esbeltez

E: Módulo de Elasticidad del Bambú

3.4.3.8.6. Diseño de Elementos Solicitados a Flexión y Carga Axial

➤ **Elementos solicitados a flexión y tensión axial**

Los elementos que estén sometidos simultáneamente a fuerzas de tensión axial y flexión se diseñarán para cumplir con la siguiente expresión.

$$\frac{f_t}{F'_t} + \frac{f_b}{F'_b} \leq 1.0$$

Donde:

f_t : Esfuerzo de tensión actuante.

f_b : Esfuerzo de flexión actuante.

F'_t : Esfuerzo de tensión admisible, modificado por coeficientes.

F'_b : Esfuerzo de flexión admisible, modificado por coeficientes.

➤ **Elementos solicitados a flexo-compresión.**

Los elementos que estén sometidos simultáneamente a fuerzas de flexión y compresión se diseñarán para cumplir con la siguiente expresión.

$$\frac{f_c}{F'_c} + \frac{k_m f_b}{F'_b} \leq 1.0$$

Donde:

f_c : Esfuerzo de compresión actuante.

f_b : Esfuerzo de flexión actuante.

F'_c : Esfuerzo de Compresión admisible, modificado por coeficientes.

F'_b : Esfuerzo de flexión admisible, modificado por coeficientes

k_m : Coeficiente de magnificación de momentos.

Otra expresión equivalente para el diseño de elementos

$$\frac{N}{N_a} + \frac{k_m/M}{Zf_m} \leq 1.0$$

El coeficiente de magnificación de momentos se calculará con la siguiente expresión.

$$k_m = \frac{1}{1 - 1.5 \left(\frac{N_a}{N_{cr}} \right)}$$

Donde:

N : Carga axial aplicada

N : Carga axial aplicada

$|M|$: Valor absoluto del Momento flector máximo en los elementos

Z : Módulo de sección

f_m : Esfuerzo admisible a flexión

N_a : Carga de compresión actuante.

N_{cr} : Carga crítica de Euler

La carga crítica de Euler se calcula con la siguiente expresión.

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 E_{0.05} I}{l_e^2}$$

Donde:

$E_{0.05}$: Modulo de elasticidad en percentil 5

I : Momento de inercia de sección.

l_e : Longitud efectiva del elemento.

3.4.3.9. Diseño de columnas

Se identificó la columna sobre la que actúan las mayores cargas para el diseño.

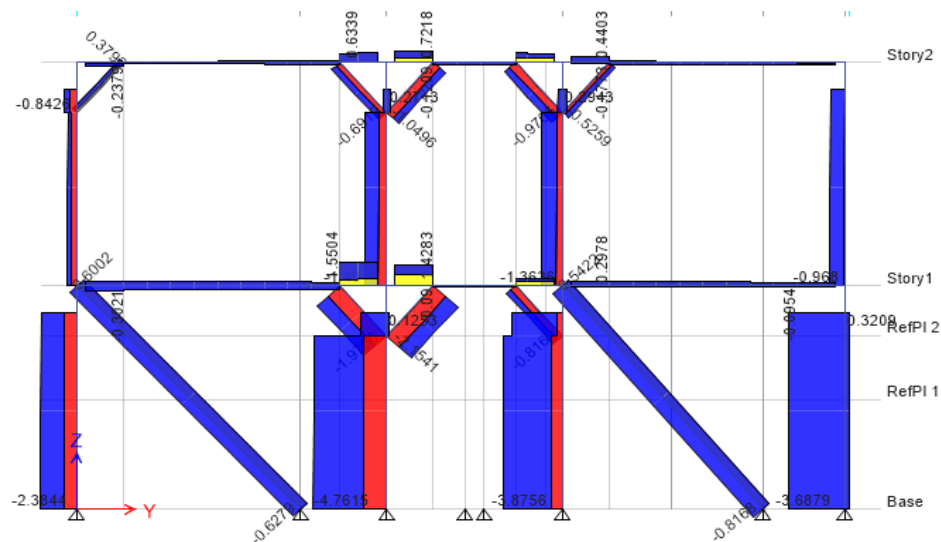


Figura 3. 42: Diagrama de fuerzas axiales en elementos.

Elaborado con Software Estructural ETABS

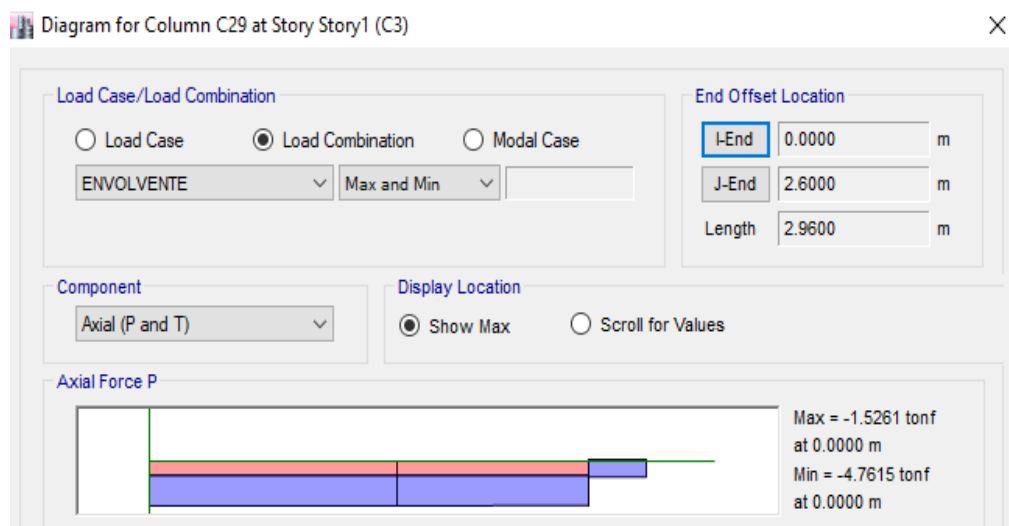


Figura 3. 43: Diagrama de fuerza axial en columna más esforzada

Elaborado con Software Estructural ETABS

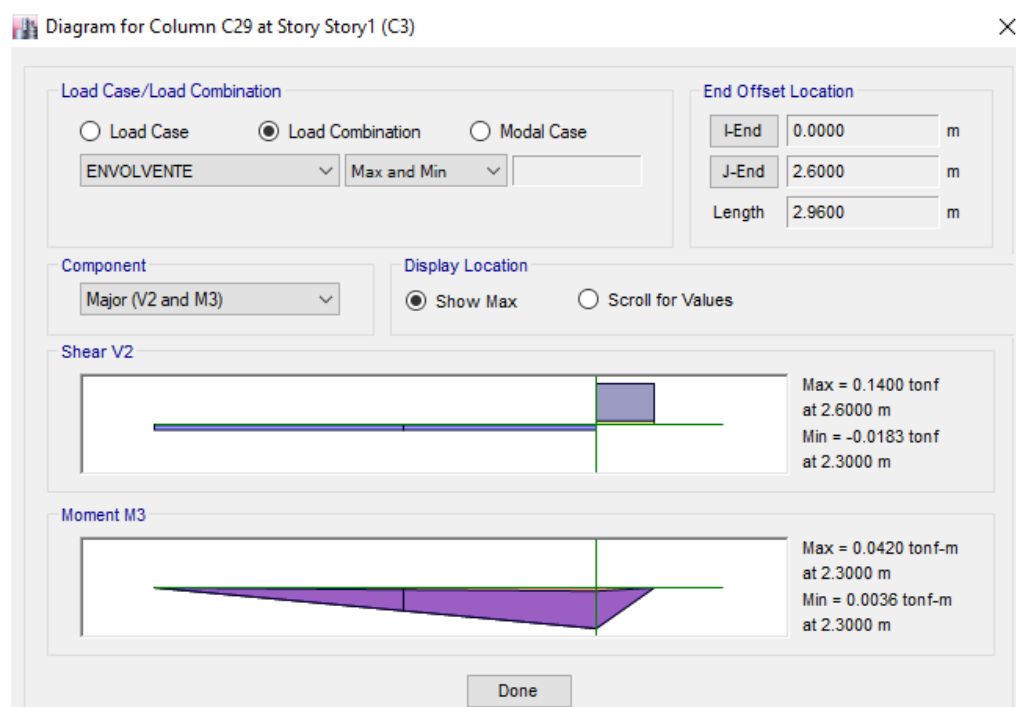


Figura 3. 44: Diagrama de fuerza cortante y momento en columna más esforzada

Elaborado con Software Estructural ETABS

En la Tabla 3.27 se muestra el diseño y análisis del elemento frente a las distintas solicitaciones de cargas.

Tabla 3. 27: Diseño Columna		
Longitud del elemento	296	cm
Solicitación a flexión	42	kg
Solicitación a cortante	140	kg
Compresión perpendicular	0	kg
Solicitación a tensión	0	kg
Solicitación a compresión	5065	kg
Propiedades del elemento		
Numero de culmos	3	
Diámetro externo	12	cm
Diámetro interior	9	cm
Espesor	1.5	cm
Longitud no soportada lateralmente	296	cm
Coefficiente de longitud efectiva	1	
Inercia total	5571.7	cm ⁴
Área neta total	147.5	cm ²
Radio de giro	6.1	cm ²
Módulo de sección	589.6	cm ³
propiedades del material		
Módulo de elasticidad percentil 0.05	73000	kg/cm
coeficientes de modificación		
Por duración de carga	0.9	
Por estabilidad lateral de vigas	1	
Acción conjunta	1	
Diseño a flexión		
Esfuerzo Admisible	50	kg/cm ²
Esfuerzo modificado	45	kg/cm ²
Esfuerzo actuante	0.07	kg/cm ²
Verificación	OK	
Diseño a cortante		
Esfuerzo Admisible	13	kg/cm ²
Esfuerzo modificado	11.7	kg/cm ²
Esfuerzo actuante	2.08	kg/cm ²
Verificación	OK	
Diseño por aplastamiento		
Esfuerzo Admisible	10	kg/cm ²
Esfuerzo modificado	9	kg/cm ²
Esfuerzo actuante	0	kg/cm ²
Verificación	OK	
Diseño a tensión		
Esfuerzo Admisible	160	kg/cm ²

Esfuerzo modificado	144	kg/cm ²
Esfuerzo actuante	0.00	kg/cm ²
Verificación	OK	
Diseño por compresión axial		
Esfuerzo Admisible	130	kg/cm ²
Esfuerzo modificado	117	kg/cm ²
Esbeltez λ	48.52	
Esbeltez CK	53.67	
	INTERMEDIA	
Λ/CK	0.904	
Carga admisible de acuerdo a esbeltez	14905	kg
Carga actuante	5065	kg
Verificación	OK	
Diseño a Flexión y carga axial		
Esfuerzo a tensión admisible modificado	144	
Esfuerzo a flexión admisible modificado	45	
Esfuerzo a tensión actuante	0.00	
Esfuerzo a flexión actuante	0.07	
	0.002	
verificación	OK	<1
Diseño por Flexo compresión		
Carga critica de Euler	45817.03	
Factor de magnificación de momento	1.00	
	0.34	
verificación	OK	<1
Resumen de Análisis		
Diseño a flexión	OK	
Diseño a cortante	OK	
Diseño por aplastamiento	OK	
Diseño a tensión	OK	
Diseño por Compresión axial	OK	
Diseño a Flexión y carga axial	OK	
Diseño por Flexo compresión	OK	

Se identificó la viga en la que actúan las mayores cargas para el diseño y tiene los mayores momentos.



Diagram for Beam B4 at Story1 (V1X3)

Load Case/Load Combination

☐ Load Case
 ☒ Load Combination
 ☐ Modal Case

ENVOLVENTE
 Max and Min

End Offset Location

I-End 0.1118 m
 J-End 3.8483 m
 Length 3.9600 m

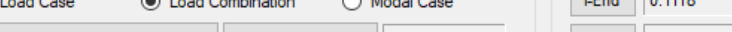
Component

Axial (P and T)

Display Location

☒ Show Max
 ☐ Scroll for Values

Axial Force P



Max = 0.0936 tonf
 at 0.6000 m
 Min = -0.0283 tonf
 at 0.6000 m

Elaborado con Software Estructural ETABS

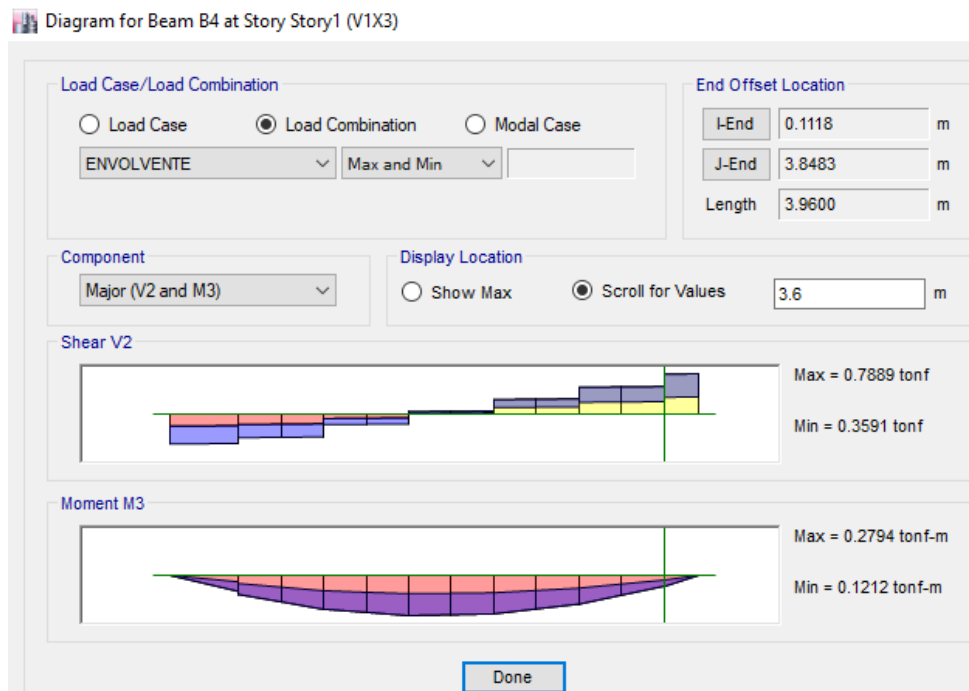


Figura 3. 47: Diagrama de fuerza cortante y momento en Viga más esforzada

Elaborado con Software Estructural ETABS

En la Tabla 3.28 se muestra el diseño y análisis del elemento frente a las distintas sollicitaciones de cargas.

Tabla 3. 28: Diseño Viga		
Longitud del elemento	397	cm
Solicitación a flexión	1051	kg
Solicitación a cortante	780	kg
Compresión perpendicular	0	kg
Solicitación a tensión	94	kg
Solicitación a compresión	28	kg
Propiedades del elemento		
Numero de culmos	3	
Diámetro externo	12	cm
Diámetro interior	9	cm
Espesor	1.5	cm
Longitud no soportada lateralmente	397	cm
Coefficiente de longitud efectiva	1	
Inercia total	16219.6	cm ⁴
Área neta total	147.5	cm ²
Radio de giro	10.5	cm ²
Módulo de sección	901.1	cm ³
Propiedades del material		
Módulo de elasticidad percentil 0.05	73000	kg/cm
Coefficientes de modificación		
Por duración de carga	1	
Por estabilidad lateral de vigas	0.98	
Acción conjunta	1.1	
Diseño a flexión		
Esfuerzo Admisible	50	kg/cm ²
Esfuerzo modificado	53.9	kg/cm ²
Esfuerzo actuante	1.17	kg/cm ²
Verificación	OK	
Diseño a cortante		
Esfuerzo Admisible	13	kg/cm ²
Esfuerzo modificado	14.014	kg/cm ²
Esfuerzo actuante	11.56	kg/cm ²
Verificación	OK	
Diseño por aplastamiento		
Esfuerzo Admisible	10	kg/cm ²
Esfuerzo modificado	10.78	kg/cm ²
Esfuerzo actuante	0	kg/cm ²
Verificación	OK	
Diseño a tensión		
Esfuerzo Admisible	160	kg/cm ²

Esfuerzo modificado	172.48	kg/cm ²
Esfuerzo actuante	0.64	kg/cm ²
Verificación	OK	
Diseño por Compresión axial		
Esfuerzo Admisible	130	kg/cm ²
Esfuerzo modificado	140.14	kg/cm ²
Esbeltez λ	37.81	
Esbeltez CK	53.67	
	INTERMEDIA	
Λ/CK	0.704	
Carga admisible de acuerdo a esbeltez	17601	kg
Carga actuante	28	kg
Verificación	OK	
Diseño a Flexión y carga axial		
Esfuerzo a tensión admisible modificado	172.48	
Esfuerzo a flexión admisible modificado	53.9	
Esfuerzo a tensión actuante	0.64	
Esfuerzo a flexión actuante	1.17	
	0.025	
Esfuerzo a flexión actuante	1.17	
Verificación	OK	<1
Diseño por Flexo compresión		
Carga critica de Euler	74144.98	
Factor de magnificación de momento	1.00	
	0.02	
Factor de magnificación de momento	1.00	<1
Verificación	OK	
Resumen de Análisis		
Diseño a flexión	OK	
Diseño a cortante	OK	
Diseño por aplastamiento	OK	
Diseño a tensión	OK	
Diseño por Compresión axial	OK	
Diseño a Flexión y carga axial	OK	
Diseño por Flexo compresión	OK	

3.4.3.11. Diseño de Viguetas

Se identificó la Vigueta sobre la que actúan las mayores cargas para el diseño.

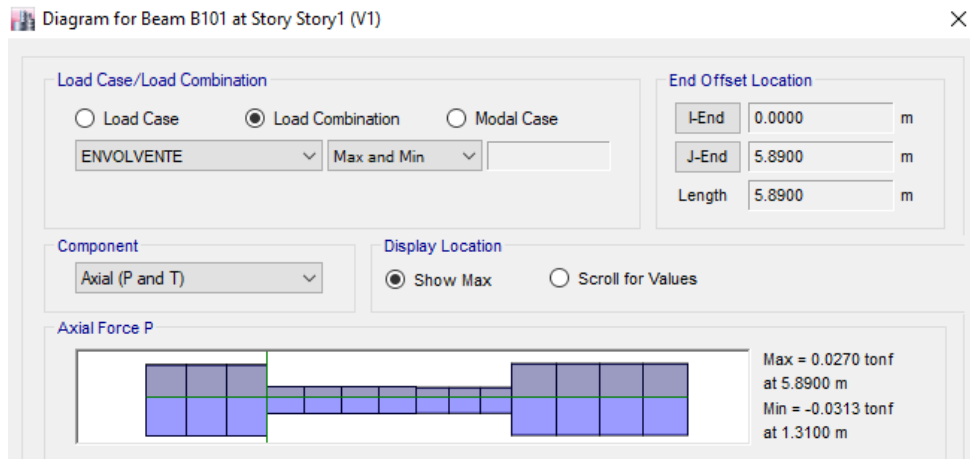


Figura 3. 48: Diagrama de fuerza axial en Vigueta más esforzada

Elaborado con Software Estructural ETABS

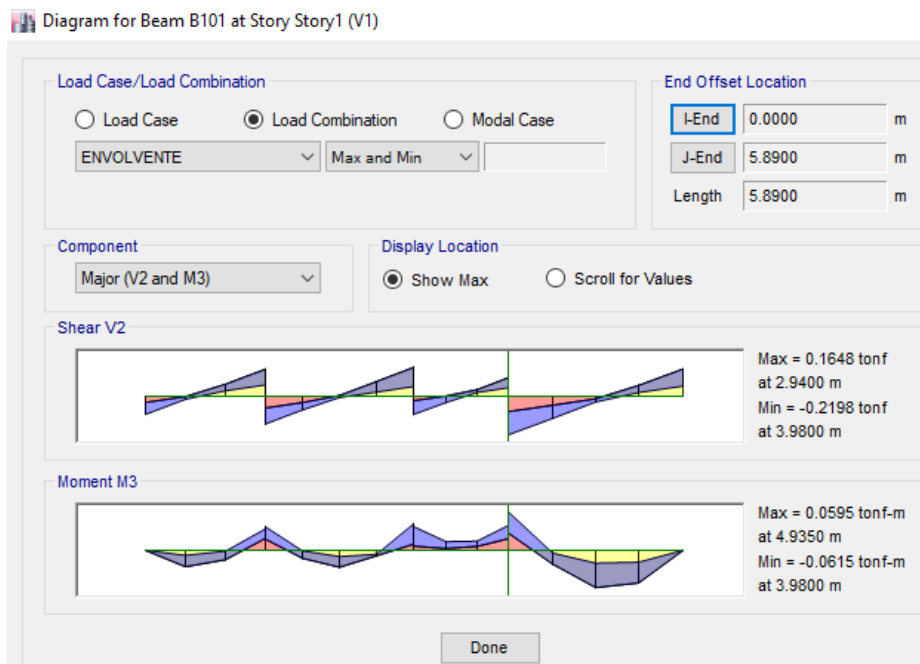


Figura 3. 49: Diagrama de fuerza cortante y momento en Vigueta más esforzada

Elaborado con Software Estructural ETABS

En la Tabla 3.29 se muestra el diseño y análisis del elemento frente a las distintas solicitaciones de cargas.

Tabla 3. 29: Diseño Vigueta		
Longitud del elemento	600	cm
solicitud a flexión	61	kg
solicitud a cortante	219.8	kg
Compresión perpendicular	0	kg
solicitud a tensión	27	kg
solicitud a compresión	31	kg
Propiedades del elemento		
numero de culmos	1	
diámetro externo	12	cm
diámetro interior	9	cm
espesor	1.5	cm
longitud no soportada lateralmente	600	cm
coeficiente de longitud efectiva	1	
inercia total	695.8	cm ⁴
área neta total	49.5	cm ²
radio de giro	3.8	cm ²
módulo de sección	116	cm ³
propiedades del material		
módulo de elasticidad percentil 0.05	73000	kg/cm
coeficientes de modificación		
por duración de carga	1	
por estabilidad lateral de vigas	1	
acción conjunta	1	
Diseño a flexión		
esfuerzo Admisible	50	kg/cm ²
esfuerzo modificado	50	kg/cm ²
esfuerzo actuante	0.53	kg/cm ²
verificación	OK	
Diseño a cortante		
esfuerzo Admisible	13	kg/cm ²
esfuerzo modificado	13	kg/cm ²
esfuerzo actuante	9.71	kg/cm ²
verificación	OK	
Diseño por aplastamiento		
esfuerzo Admisible	10	kg/cm ²
esfuerzo modificado	10	kg/cm ²
esfuerzo actuante	0	kg/cm ²
verificación	OK	
Diseño a tensión		
esfuerzo Admisible	160	kg/cm ²
esfuerzo modificado	160	kg/cm ²
esfuerzo actuante	0.55	kg/cm ²

verificación	OK	
Diseño por compresión axial		
esfuerzo Admisible	130	kg/cm ²
esfuerzo modificado	130	kg/cm ²
esbeltez λ	157.89	
esbeltez CK	53.67	
	LARGA	
λ/CK	2.942	
Carga admisible de acuerdo a esbeltez	572	kg
carga actuante	31	kg
verificación	OK	
Diseño a Flexión y carga axial		
Esfuerzo a tensión admisible modificado	160	
Esfuerzo a flexión admisible modificado	50	
Esfuerzo a tensión actuante	0.55	
Esfuerzo a flexión actuante	0.53	
	0.014	
verificación	OK	<1
Diseño por Flexo compresión		
Carga critica de Euler	1392.53	
Factor de magnificación de momento	1.16	
	0.07	
verificación	OK	<1
Resumen de Análisis		
Diseño a flexión	OK	
Diseño a cortante	OK	
Diseño por aplastamiento	OK	
Diseño a tensión	OK	
Diseño por compresión axial	OK	
Diseño a Flexión y carga axial	OK	
Diseño por Flexo compresión	OK	

Se identificó el arriostre sobre el que actúan las mayores cargas para el diseño.

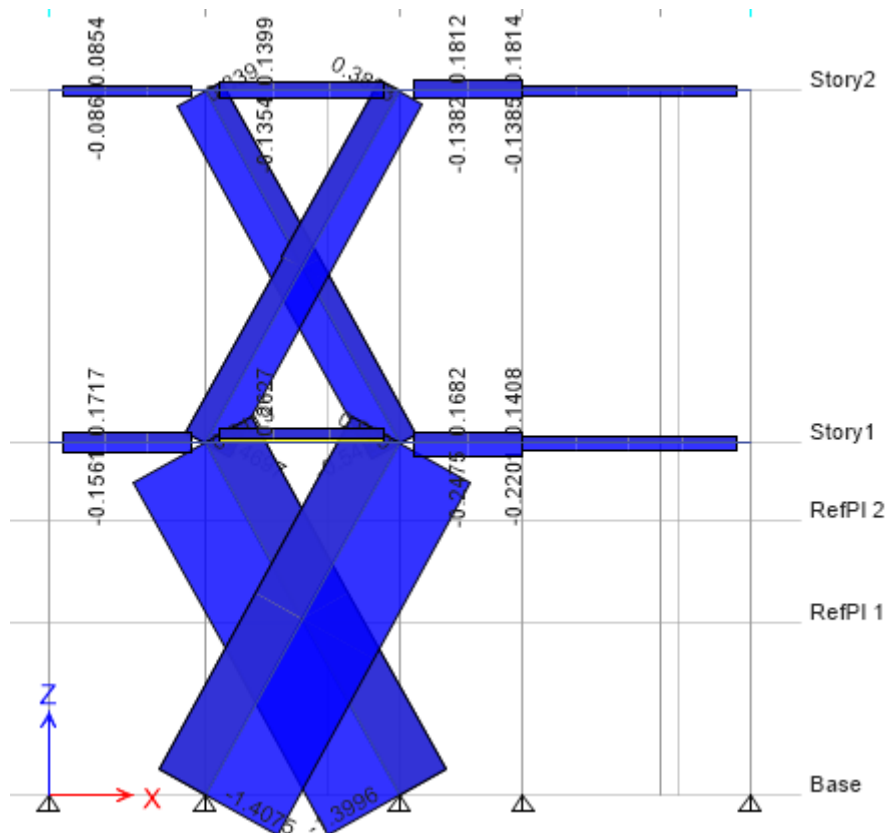


Figura 3. 50: Diagrama de fuerzas axiales en elementos eje 7-7.

Elaborado con Software Estructural ETABS

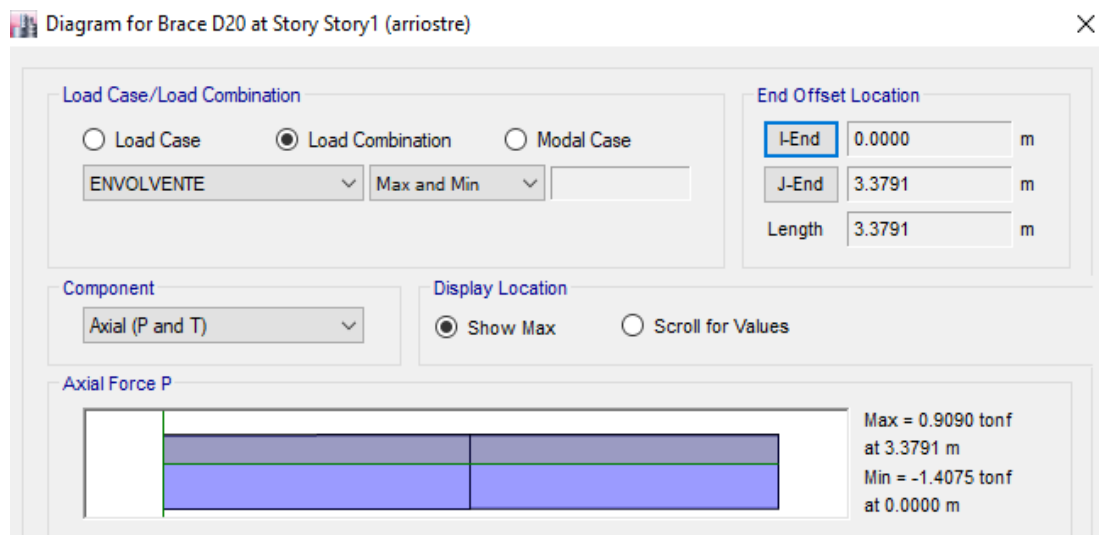


Figura 3. 51: Diagrama de fuerza axial en arriostre más esforzado.

Elaborado con Software Estructural ETABS

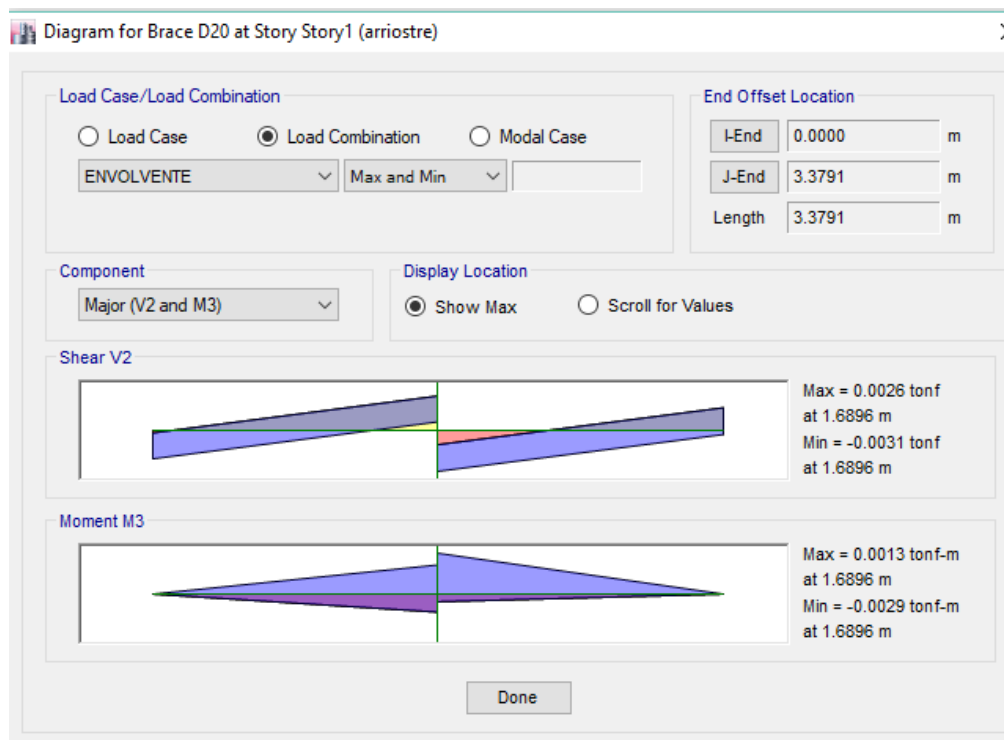


Figura 3. 52: Diagrama de fuerza cortante y momento en arriostre más esforzado

Elaborado con Software Estructural ETABS

En la Tabla 3.30 se muestra el diseño y análisis del elemento frente a las distintas solicitaciones de cargas.

Tabla 3. 30: Diseño Arriostres		
Longitud del elemento	168.5	cm
solicitud a flexión	3	kg
solicitud a cortante	3	kg
compresión perpendicular	0	kg
solicitud a tensión	900	kg
solicitud a compresión	1400	kg
Propiedades del elemento		
numero de culmos	1	
diámetro externo	12	cm
diámetro interior	9	cm
espesor	1.5	cm
longitud no soportada lateralmente	168.5	cm
coeficiente de longitud efectiva	1	
inercia total	695.8	cm ⁴
área neta total	49.5	cm ²
radio de giro	3.8	cm ²
módulo de sección	116	cm ³
propiedades del material		
módulo de elasticidad percentil 0.05	73000	kg/cm
coeficientes de modificación		
por duración de carga	0.9	
por estabilidad lateral de vigas	1	
acción conjunta	1	
Diseño a flexión		
esfuerzo Admisible	50	kg/cm ²
esfuerzo modificado	45	kg/cm ²
esfuerzo actuante	0.03	kg/cm ²
verificación	OK	
Diseño a cortante		
esfuerzo Admisible	13	kg/cm ²
esfuerzo modificado	11.7	kg/cm ²
esfuerzo actuante	0.13	kg/cm ²
verificación	OK	
Diseño por aplastamiento		
esfuerzo Admisible	10	kg/cm ²
esfuerzo modificado	9	kg/cm ²
esfuerzo actuante	0	kg/cm ²
verificación	OK	
Diseño a tensión		
esfuerzo Admisible	160	kg/cm ²

esfuerzo modificado	144	kg/cm ²
esfuerzo actuante	18.18	kg/cm ²
verificación	OK	
Diseño por Compresión axial		
esfuerzo Admisible	130	kg/cm ²
esfuerzo modificado	117	kg/cm ²
esbeltez λ	44.34	
esbeltez CK	53.67	
	INTERMEDIA	
λ/CK	0.826	
Carga admisible de acuerdo a esbeltez	5436	kg
carga actuante	1400	kg
verificación	OK	
Diseño a Flexión y carga axial		
Esfuerzo a tensión admisible modificado	144	
Esfuerzo a flexión admisible modificado	45	
Esfuerzo a tensión actuante	18.18	
Esfuerzo a flexión actuante	0.03	
	0.127	<1
verificación	OK	
Diseño por Flexo compresión		
Carga critica de Euler	17656.61	
Factor de magnificación de momento	1.01	
	0.26	<1
verificación	OK	
Resumen de Análisis		
Diseño a flexión	OK	
Diseño a cortante	OK	
Diseño por aplastamiento	OK	
Diseño a tensión	OK	
Diseño por compresión axial	OK	
Diseño a Flexión y carga axial	OK	
Diseño por Flexo compresión	OK	

3.4.4. Presupuesto

Para el cálculo del presupuesto solo se han considerado las partidas correspondientes a estructuras y arquitectura, debido a que el costo de partidas de instalaciones eléctricas y sanitarias para una vivienda de albañilería y bambú es similares.

3.4.4.1. Presupuesto de vivienda de albañilería confinada

En la Figura 3.53 se indica el metrado de las partidas de estructuras y arquitectura, así como el precio unitario de cada una, obtenido a partir de las tablas de Análisis de Precios Unitarios (APUs) que propone el instituto de CAPECO como cuadrillas, rendimientos e incidencia y los precios actuales del mercado para mano obra, equipos y materiales. En el Anexo 1 y se detalla el análisis de precios unitarios.

3.4.4.2. Presupuesto de vivienda de Bambú

En la Figura 3.54 se indica el metrado de las partidas de estructuras y arquitectura para bambú, para el cálculo del precio unitario se ha tomado como referencia los APU's que propone Plasencia (2016) en su tesis "Aportes de Mano de Obra y Materiales, para la creación de Partidas en la Construcción con Bambú" y los precios actuales del mercado para mano obra, equipos y materiales. En el Anexo 2 se detalla el análisis de precios unitarios.

Presupuesto

Presupuesto	0102005	VIVIENDA EN ALBAÑILERIA - FRIAS				
Cliente		FRIAS GUERRERO, JUAN JOYLI		Costo al		24/06/2019
Lugar		PIURA - PIURA - PIURA				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.	
01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,506.44	
01.01	EXCAVACION				848.93	
01.01.01	EXCAVACION DE CIMIENTOS	m3	22.62	37.53	848.93	
01.02	RELLENOS				54.03	
01.02.01	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	2.52	21.44	54.03	
01.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE				603.48	
01.03.01	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON CARRETILLA	m3	24.12	25.02	603.48	
02	CONCRETO SIMPLE				8,618.62	
02.01	CIMIENTOS CORRIDOS				8,618.62	
02.01.01	CONCRETO CIMIENTOS CORRIDOS MEZCLA 1:10 CEMENTO-HORMIGON 30% PIEDRA	m3	19.59	177.55	3,478.20	
02.01.02	SOBRECIMENTOS				3,314.80	
02.01.02.01	CONCRETO SOBRECIMENTOS f'c=140 kg/cm2 + 25% P.M.	m3	2.20	308.76	679.27	
02.01.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	33.88	77.79	2,635.53	
02.01.03	FALSO PISO				1,825.62	
02.01.03.01	CONCRETO FALSO PISO MEZCLA 1:8 CEMENTO-HORMIGON e=4"	m2	52.34	34.88	1,825.62	
03	CONCRETO ARMADO				36,750.11	
03.01	COLUMNAS				11,036.93	
03.01.01	CONCRETO EN COLUMNAS f'c = 210 kg/cm2	m3	3.20	467.11	1,494.75	
03.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	55.10	77.79	4,286.23	
03.01.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	1,010.76	5.20	5,255.95	
03.02	VIGAS				2,922.87	
03.02.01	CONCRETO VIGAS f'c=210 kg/cm2	m3	1.77	363.68	643.71	
03.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2		77.79		
03.02.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	438.30	5.20	2,279.16	
03.03	LOSAS MACIZAS				19,484.60	
03.03.01	CONCRETO LOSAS f'c= 210 kg/cm2	m3	11.98	416.70	4,992.07	
03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	53.89	68.08	3,668.83	
03.03.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	2,081.48	5.20	10,823.70	
03.04	ESCALERAS				3,305.71	
03.04.01	CONCRETO EN ESCALERAS f'c = 210 kg/cm2	m3	2.22	416.70	925.07	
03.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	18.69	68.08	1,272.42	
03.04.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	213.12	5.20	1,108.22	
01	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA				17,243.11	
01.01	MUROS DE LADRILLO KING KONG DE ARCILLA	m2	211.52	81.52	17,243.11	
02	REVOQUES Y REVESTIMIENTOS				9,924.68	
02.01	TARRAJEO MUROS PRIMARIO	m2	211.52	30.57	6,466.17	
02.02	TARRAJEO COLUMNAS	m2	55.10	42.17	2,323.57	
02.03	TARRAJEO VIGAS	m2	3.96	58.65	232.25	
02.04	TARRAJEO FONDO DE ESCALERAS	m2	11.89	75.92	902.69	
03	PISOS				4,636.43	
03.01	CONTRAPISO	m2	98.90	36.01	3,561.39	
03.02	PISO DE CEMENTO ACABADO PULIDO	m2	98.90	10.87	1,075.04	
	COSTO DIRECTO				78,679.39	
	GASTOS GENERALES 0.0000%					
	UTILIDAD (10%)				7,867.94	
	SUBTOTAL				86,547.33	
	IGV				15,578.52	
	TOTAL PRESUPUESTO				102,125.85	

Figura 3. 53: Presupuesto vivienda en albañilería

Elaborado con Software S10 Costos y Presupuestos

Presupuesto					
Presupuesto	0102006	VIVIENDA EN BAMBU - FRIAS			
Cliente	FRIAS GUERRERO, JUAN JOYLI		Costo al	24/06/2019	
Lugar	PIURA - PIURA - PIURA				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				457.87
01.01	EXCAVACION				274.72
01.01.01	EXCAVACION DE CIMIENTOS	m3	7.32	37.53	274.72
01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE				183.15
01.02.01	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DURANTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO	m3	7.32	25.02	183.15
02	CONCRETO SIMPLE				3,296.97
02.01	CIMENTOS CORRIDOS				3,296.97
02.01.01	SOBRECIMENTOS				1,471.35
02.01.01.01	CONCRETO f _c =175 kg/cm ²	m3	2.20	301.66	663.65
02.01.01.02	ENCOFRADO	m2	33.88	23.84	807.70
02.01.02	FALSO PISO				1,825.62
02.01.02.01	CONCRETO FALSO PISO MEZCLA 1:8 CEMENTO-HORMIGON e=4"	m2	52.34	34.88	1,825.62
03	CONCRETO ARMADO				16,740.65
03.01	ZAPATAS				2,460.64
03.01.01	CONCRETO ZAPATAS f _c =210 kg/cm ²	m3	5.12	323.74	1,657.55
03.01.02	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	158.40	5.07	803.09
03.02	LOSAS MACIZAS				10,757.58
03.02.01	CONCRETO LOSAS f _c = 210 kg/cm ²	m3	2.69	356.34	958.55
03.02.02	ACERO DE REFUERZO f _y =4,200 kg/cm ²	kg	1,041.24	6.47	6,736.82
03.02.03	CAPA DE BAMBU e=1.5cm	m2	49.93	61.33	3,062.21
03.03	ESCALERAS				3,522.43
03.03.01	CONCRETO ESCALERAS f _c =210 kg/cm ²	m3	0.86	357.75	307.67
03.03.02	ACERO DE REFUERZO f _y =4,200 kg/cm ²	kg	333.83	6.47	2,159.88
03.03.03	CAPA DE BAMBU e=1.5cm	m2	17.20	61.33	1,054.88
04	ELEMENTOS DE BAMBÚ				18,209.44
04.01	PRESERVACION				3,738.28
04.01.01	PRESERVACION QUIMICA AL BAMBU - metodo de inmersión de pentaborato	m	2,054.00	1.82	3,738.28
04.02	CORTES ESPECIALES E INSTALACION DEL BAMBU				11,622.92
04.02.01	CORTE RECTOS A MEDIDA DE LOS BAMBUS (col, vig, viguet)	pza	916.00	4.97	4,552.52
04.02.02	CORTES ESPECIALES E INSTALACION DE LA COLUMNA DE BAMBU G.A (f _c =140 kg/cm ²)	und	120.00	58.92	7,070.40
04.03	ANCLAJE DE BAMBU				1,467.84
04.03.01	ANCLAJE DE UNION VIG PRINCIPAL- COL (ambas de bambu)	und	16.00	35.29	564.64
04.03.02	ANCLAJE DE UNION VIG SIMPLE- COL (ambas de bambu)	und	40.00	22.58	903.20
04.04	HABILITACION Y FIJACION DE BAMBU CON 2 CORTES DE BOCAS DE PESCADO				1,380.40
04.04.01	EN LOS DOS EXTREMOS PARA VIGA DE AMARRE DE MURO	und	68.00	20.30	1,380.40
01	MUROS				16,771.43
01.01	PARED CON LATILLAS DE BAMBU GADUA ANGUSTIFOLIA (tipo 1)				10,709.26
01.01.01	CARA CON LATILLAS DE BAMBÚ	m2	211.52	50.63	10,709.26
01.02	TARRAJEO EN EXTERIORES SOBRE PARED DE BAMBU				6,062.17
01.02.01	TARRAJEO EXT-B	m2	211.52	20.63	4,363.66
01.02.02	PAÑETEO EXT-B	m2	211.52	8.03	1,698.51
02	PISOS				4,636.43
02.01	CONTRAPISO	m2	98.90	36.01	3,561.39
02.02	PISO DE CEMENTO ACABADO PULIDO	m2	98.90	10.87	1,075.04
	COSTO DIRECTO				60,112.79
	GASTOS GENERALES 0.00000%				
	UTILIDAD(10%)				6,011.28

	SUBTOTAL				66,124.07
	IGV				11,902.33
	0				*****
	TOTAL PRESUPUESTO				78,026.40

Figura 3. 54: Presupuesto vivienda en Bambú

Elaborado con Software S10 Costos y Presupuestos

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Fuerzas cortantes en entrepisos

En el Gráfico 4.1 se muestra el resumen de fuerzas cortantes en cada entrepiso, las cuales han sido calculadas mediante un análisis estático para sismo moderado de acuerdo a lo estipulado en la NTP E.030 “Diseño Sismorresistente”.

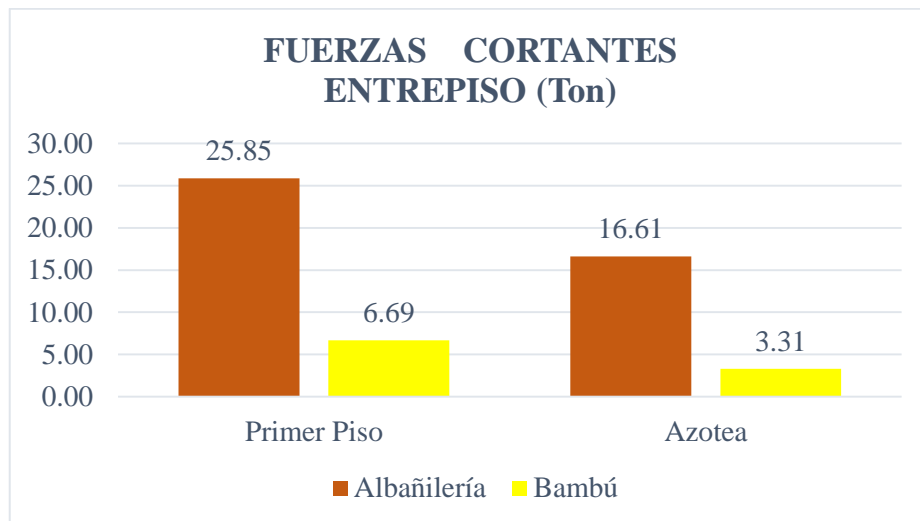


Grafico 4. 1: Fuerzas cortantes en entrepisos

4.1.2. Periodo Fundamental de vibración

En el Gráfico 4.2 se muestra el periodo fundamental de vibración para albañilería y para Bambú obtenido mediante análisis modal en ETBAS.

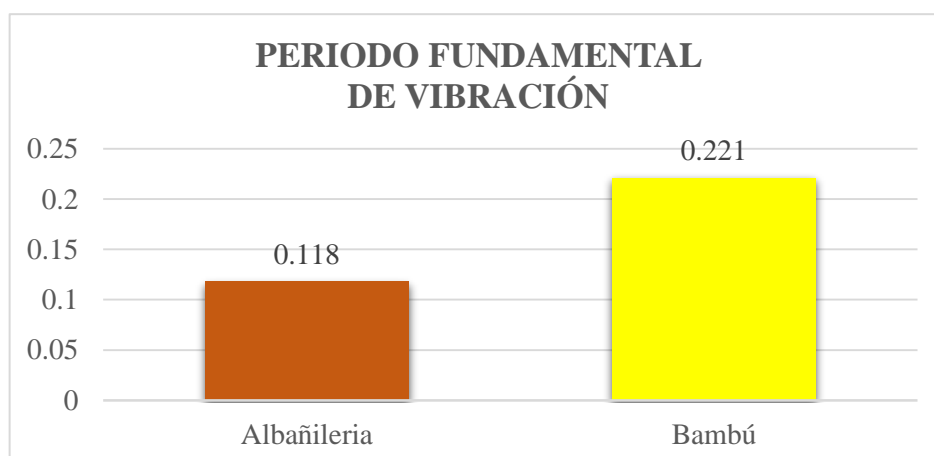


Grafico 4. 2: Periodos fundamentales

4.1.3. Derivas de entrepiso

En los Gráficos 4.3 y 4.4 se muestra las derivas en el eje X-X y Y-Y respectivamente por nivel tanto para albañilería y para Bambú obtenido mediante análisis modal en ETABS.

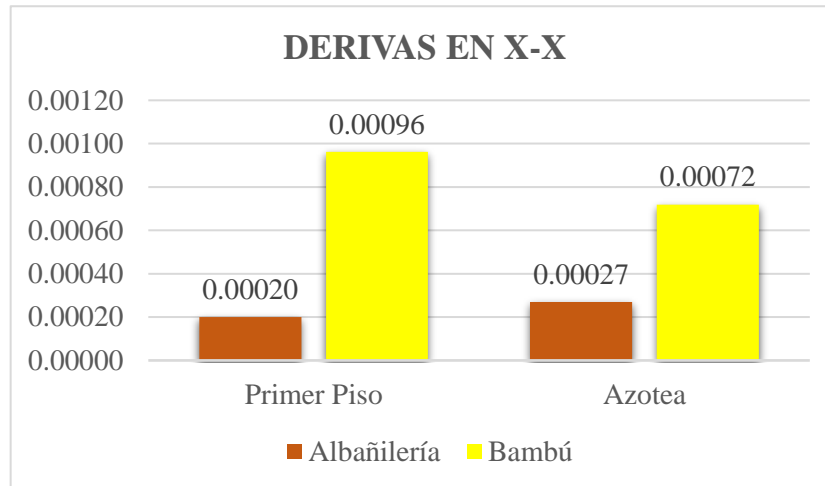


Grafico 4. 3: Derivas en la dirección X-X

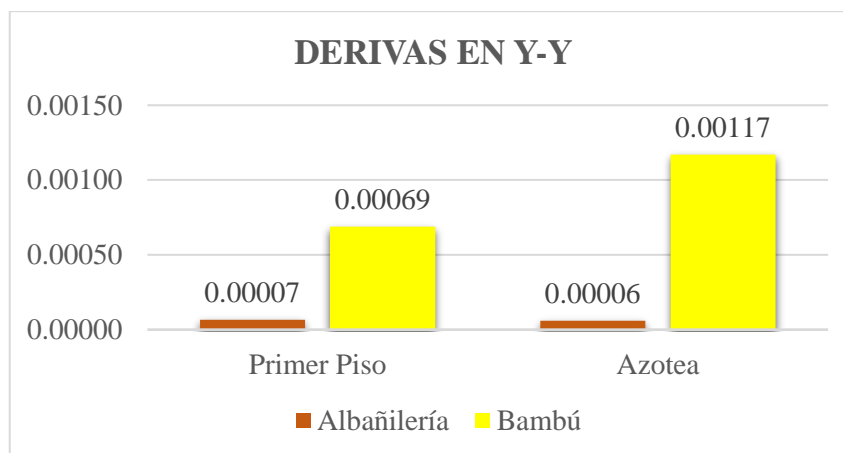


Grafico 4. 4: Derivas en la dirección Y-Y

4.1.4. Resumen de Presupuesto

El Grafico 4.5 se representa el valor costo de la vivienda para albañilería y para bambú.

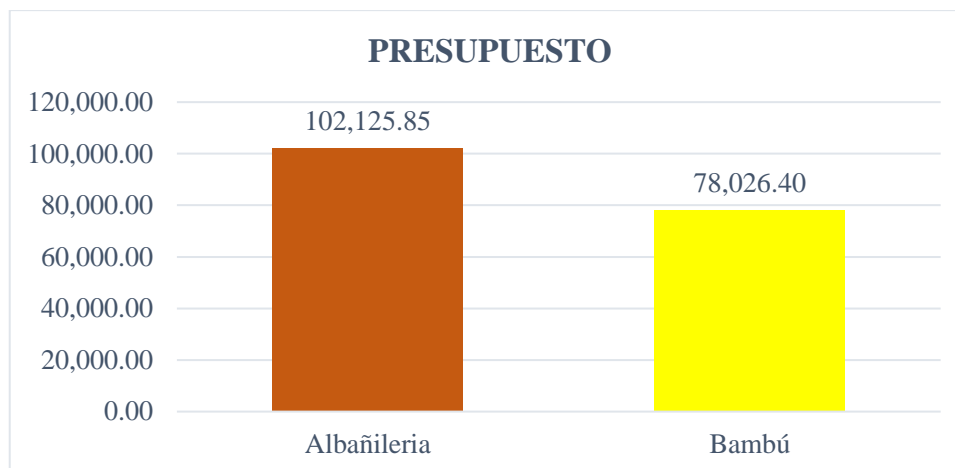


Grafico 4. 5: Presupuestos

4.1.5. Plazo de ejecución

El grafico 4.6 se representa el tiempo aproximado para la ejecución de este proyecto en albañilería y en bambú, el cual se detalla en los cronogramas del Anexo 3 y 4.

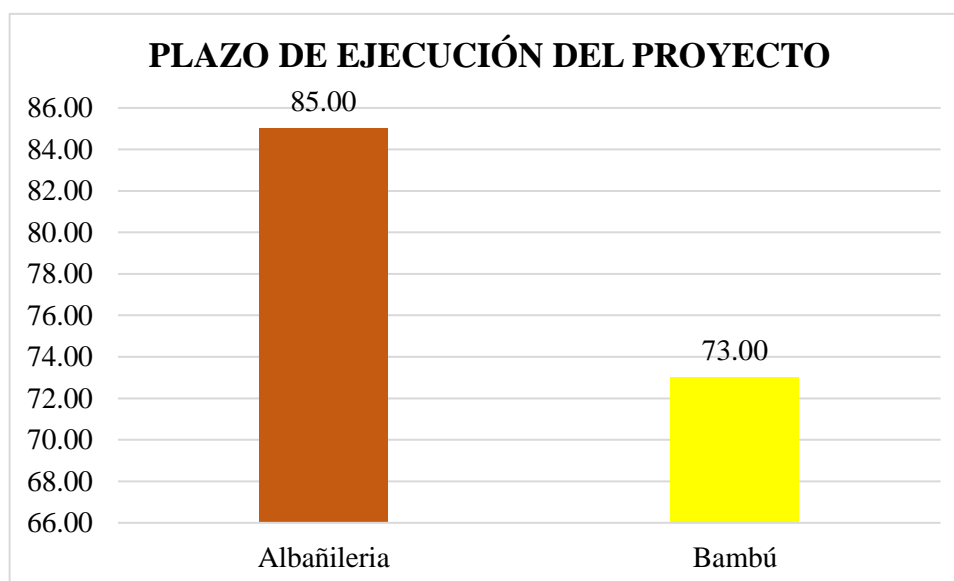


Grafico 4. 6: Presupuestos

4.2. DISCUSIÓN

4.2.1. Análisis de Fuerzas cortantes en entrepisos

En el Gráfico 4.1 se puede apreciar que la fuerza cortante actuante para la vivienda en albañilería es 3.86 veces mayor que la cortante en bambú, esto se debe a la gran diferencia de peso entre ambas estructuras, pues como la fuerza es directamente proporcional a la masa y a la aceleración.

4.2.2. Análisis del Periodo Fundamental de vibración

A partir de los resultados se puede apreciar que el periodo de vibración de la vivienda en bambú es mayor que el periodo en albañilería, esto se debe a que la estructura de bambú tiene menor rigidez.

4.2.3. Análisis de Derivas de entrepiso

Las derivas en bambú son mucho mayores que en albañilería, pero están dentro de los límites establecidos en la NTP E.030, distorsión máxima para madera (0.01) y para albañilería (0.005).

4.2.4. Análisis de Costos

A partir del resultado de los presupuestos para ambos diseños se puede concluir que el construir con Bambú representa un ahorro considerable que asciende a un 23.59% del construir con albañilería.

4.2.5. Análisis del Plazo de Ejecución

A partir de los diagramas de Gant se puede decir que la ejecución en bambú es más rápida respecto a albañilería.

CONCLUSIONES

1. La fuerza cortante actuante en la base del edificio para el diseño en Bambú es de 6.69 ton, y en albañilería es de 25.85 ton, partir de esto se puede concluir que la fuerza cortante en albañilería es 3.86 veces mayor que la cortante en bambú, esto se debe a la gran diferencia de peso entre ambas estructuras, pues como se sabe la fuerza es directamente proporcional a la masa y a la aceleración.
2. Los periodos fundamentales de vibración que se obtuvieron para el diseño en Bambú y albañilería confinada fueron de 0.221 y 0.118 seg respectivamente. Con respecto a las derivas, en la edificación de bambú son mucho mayores que en la de albañilería, a partir de esto se concluye que una edificación en bambú tiene menor rigidez en comparación a una de albañilería, sin embargo se debe tener en cuenta que el Bambú al ser un material mucho más flexible y tolera mayores distorsiones equivalentes al doble de las que tolera la albañilería confinada.
3. El costo de las partidas de estructuras y arquitectura de la vivienda en bambú ascienden a un monto equivalente en soles de S/.78,026.40, mientras que para albañilería a S/.102,125.85, en base a estos montos se concluye que la construcción de la vivienda en bambú resulta mucho más económica que en albañilería en un 23.59%.
4. Con respecto a los plazos de ejecución se estimó un plazo de 73 días para la vivienda en bambú y 85 días para albañilería, a partir de esto se concluye que el construir en bambú es mucho más rápido que en albañilería.
5. En base a las conclusiones previas podemos indicar que la edificación en Bambú presenta un mejor comportamiento estructural, además de diversos beneficios como un ahorro considerable y un menor plazo de ejecución en comparación a otra de similares características arquitectónicas de albañilería confinada.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a los profesionales y universidades de nuestro país a promover la investigación en temas relacionados a materiales alternativos para la construcción que reemplacen a los tradicionales como la albañilería y el concreto, cuyo proceso de producción generará un alto impacto negativo al medio ambiente que además de un valor económico elevado.

Los profesionales de la construcción deberían de promover el uso del Bambú mediante proyectos de investigación y proyectos piloto, que permitan conocer más acerca de las excelentes propiedades mecánicas de este material; el cual se ha comprobado que tiene un mejor comportamiento estructural en comparación a un material tradicional y un bajo valor económico, además de contribuir con el cuidado del medio ambiente.

Se propone a las instituciones como SENCICO y a otras de la industria de la construcción a realizar capacitaciones en las diversas regiones de nuestro país acerca del adecuado manejo y proceso constructivo del Bambú.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Calva Chuquimarca, L. F. (2015). *Diseño de un Modulo de Vivienda Ecológica con Bambú para la Zona Rural de Yantzaza*. Loja-Ecuador.
- Carpio Galvez, P. A., & Vásquez Salas, J. A. (2016). *Características Físicas y Mecánicas del Bambú para Fines Estructurales*. Trujillo-Perú.
- Cerrón Oyague, T. M. (2016). *Estrategias de Arquitectura Ecológica con Bambú y el Confort Térmico, en el Parque Nacional del Manu, Cusco*. Lima-Perú.
- Flores Alvarado, J. A. (2014). *Análisis Comparativo de Losa Aligerada Sistemas: Convencionales, Viguetas Prefabricadas Firth y Pre Losas*. Lima-Perú.
- Huarcaya Lizana, J. D. (2010). *Determinación de Resistencia de Uniones Estructurales En el Bambú (Guadua Angustifolia), Boque: Flor del Valle, Distrito/Provincia: Rioja, Departamento: San Martín*. Lima-Perú.
- Mora, H. E. (2005). *“Elaboración de una Propuesta para el Aprovechamiento y la Transformación del Bambú en el Ámbito del PRODAPP (Puerto Inca-Oxapampa)”*. Lima.
- Paredes Angulo, V. H. (2017). *Uso de Bambu como Material Estructural Caso Vivienda Ecológica en Taraapoto*. Lima-Perú.
- Plasencia, L. P. (2016). *Aportes de Mano de Obra y Materiales, para la Creación de Partidas en la Construcción con Bambú*. Lima.
- Rivas Medina, M. F. (2018). *Análisis Técnico-Económico-Comparativo entre Sistemas Estructurales de Albañilería Confinada y Albañilería Armada en Una vivienda de 03 Niveles en la Ciudad de Piura*. Piura-Perú.
- Villada Castañeda, L. A. (2015). *La Gadua una Alternativa para la Construcción de Viviendas de Intreres Social*. Boyacá-Colombia.

ANEXOS

ANEXO N° 01

ANEXO N°01: ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS VIVIENDA EN ALBAÑILERIA

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0102005 VIVIENDA EN ALBAÑILERIA - FRIAS

Subpresupuesto 001 ESTRUCTURAS

Partida	01.01.01	(010104010913-0102005-01)	EXCAVACION DE CIMENTOS	Costo unitario directo por:			m3	37.53
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
			Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ			hh	0.2000	24.00	4.80	
0101010005	PEON			hh	2.0000	15.82	31.64	
							36.44	
			Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		1.09	1.09	
							1.09	
Partida	01.02.01	(010601080406-0102005-01)	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	Costo unitario directo por:			m3	21.44
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
			Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ			hh	0.1143	24.00	2.74	
0101010005	PEON			hh	1.1429	15.82	18.08	
							20.82	
			Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.62	0.62	
							0.62	
Partida	01.03.01	(010601080502-0102005-01)	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON CARRETILLA	Costo unitario directo por:			m3	25.02
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
			Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ			hh	0.1333	24.00	3.20	
0101010005	PEON			hh	1.3333	15.82	21.09	
							24.29	
			Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.73	0.73	
							0.73	
Partida	02.01.01	(010105010110-0102005-01)	CONCRETO CIMENTOS CORRIDOS MEZCLA 1:10 CEMENTO-HORMIGON 30% PIEDRA	Costo unitario directo por:			m3	177.55
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
			Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ			hh	0.0320	24.00	0.77	
0101010003	OPERARIO			hh	0.3200	21.91	7.01	
0101010004	OFICIAL			hh	0.6400	17.55	11.23	
0101010005	PEON			hh	2.5600	15.82	40.50	
							59.51	
			Materiales					
0207010006	PIEDRA GRANDE DE 8"			m3	0.5000	43.00	21.50	
0207030001	HORMIGON			m3	0.8700	38.00	33.06	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bol	2.9000	19.41	56.29	
							110.85	
			Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		1.79	1.79	
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)			hm	0.3200	16.88	5.40	
							7.19	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0102005 VIVIENDA EN ALBAÑILERIA - FRIAS**

Subpresupuesto **001 ESTRUCTURAS**

Partida	02.01.02.01	(010105010204-0102005-01)	CONCRETO SOBRECIMENTOS $f_c=140 \text{ kg/cm}^2 + 25\% \text{ P.M.}$	Costo unitario directo por:			m3	308.76
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ			hh	0.0800	24.00	1.92	
0101010003	OPERARIO			hh	0.8000	21.91	17.53	
0101010004	OFICIAL			hh	1.6000	17.55	28.08	
0101010005	PEON			hh	6.4000	15.82	101.25	
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO			hh	0.8000	18.74	14.99	
							163.77	
	Materiales							
0207010005	PIEDRA MEDIANA			m3	0.4200	53.47	22.46	
0207030001	HORMIGON			m3	0.8500	38.00	32.30	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bol	3.7000	19.41	71.82	
							126.58	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		4.91	4.91	
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)			hm	0.8000	16.88	13.50	
							18.41	

Partida	02.01.02.02	(010712000306-0102005-01)	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	Costo unitario directo por:			m2	77.79
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ			hh	0.1000	24.00	2.40	
0101010003	OPERARIO			hh	1.0000	21.91	21.91	
0101010004	OFICIAL			hh	1.2000	17.55	21.06	
0101010005	PEON			hh	0.4000	15.82	6.33	
							51.70	
	Materiales							
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8			kg	0.3000	3.30	0.99	
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"			kg	0.1700	3.48	0.59	
0231010002	MADERA TORNILLO PARA ENCOFRADOS INCLUYE CORTE			p2	5.1600	4.45	22.96	
							24.54	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		1.55	1.55	
							1.55	

Partida	02.01.03.01	(010105011203-0102005-01)	CONCRETO FALSO PISO MEZCLA 1:8 CEMENTO-HORMIGON $e=4"$	Costo unitario directo por:			m2	34.88
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ			hh	0.0200	24.00	0.48	
0101010003	OPERARIO			hh	0.1600	21.91	3.51	
0101010004	OFICIAL			hh	0.0400	17.55	0.70	
0101010005	PEON			hh	0.4800	15.82	7.59	
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO			hh	0.0040	18.74	0.07	
							12.35	
	Materiales							
0207030001	HORMIGON			m3	0.0900	38.00	3.42	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bol	0.2700	19.41	5.24	
							8.66	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.37	0.37	
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)			hm	0.8000	16.88	13.50	
							13.87	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0102005 VIVIENDA EN ALBAÑILERIA - FRIAS

Subpresupuesto 001 ESTRUCTURAS

Partida	03.01.01	(010420010211-0102005-01)	CONCRETO EN COLUMNAS f'c = 210 kg/cm2		Costo unitario directo por:	m3	467.11
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.2000	24.00	4.80	
0101010003	OPERARIO		hh	1.6000	21.91	35.06	
0101010004	OFICIAL		hh	1.6000	17.55	28.08	
0101010005	PEON		hh	8.4000	15.82	132.89	
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO		hh	0.4000	18.74	7.50	
						208.33	
	Materiales						
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3	0.5300	53.47	28.34	
02070200010002	ARENA GRUESA		m3	0.5200	38.14	19.83	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol	9.7300	19.41	188.86	
						237.03	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		6.25	6.25	
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 2", 4 hp		hm	0.8000	2.50	2.00	
03012900030004	MEZCLADORA DE 9-11 P3		hm	0.8000	16.88	13.50	
						21.75	

Partida	03.01.02	(010712000306-0102005-01)	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO		Costo unitario directo por:	m2	77.79
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ			hh	0.1000	24.00	2.40
0101010003	OPERARIO			hh	1.0000	21.91	21.91
0101010004	OFICIAL			hh	1.2000	17.55	21.06
0101010005	PEON			hh	0.4000	15.82	6.33
							51.70
	Materiales						
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8			kg	0.3000	3.30	0.99
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"			kg	0.1700	3.48	0.59
0231010002	MADERA TORNILLO PARA ENCOFRADOS INCLUYE CORTE			p2	5.1600	4.45	22.96
							24.54
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		1.55	1.55
							1.55

Partida	03.01.03	(010107010102-0102005-01)	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60			Costo unitario directo por:	kg	5.20
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.0032	24.00	0.08		
0101010003	OPERARIO		hh	0.0320	21.91	0.70		
0101010004	OFICIAL		hh	0.0320	17.55	0.56		
						1.34		
	Materiales							
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16		kg	0.0600	3.30	0.20		
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60		kg	1.0700	3.30	3.53		
						3.73		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.04	0.04		
03013300020002	CIZALLA ELECTRICA DE FIERRO		hm	0.0320	2.80	0.09		
						0.13		

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0102005 VIVIENDA EN ALBAÑILERIA - FRIAS

Subpresupuesto 001 ESTRUCTURAS

Partida	03.02.01	(010105010403-0102005-01)	CONCRETO VIGAS $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$	Costo unitario directo por:			m3	363.68
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ			hh	0.1000	24.00	2.40	
0101010003	OPERARIO			hh	0.8000	21.91	17.53	
0101010004	OFICIAL			hh	0.8000	17.55	14.04	
0101010005	PEON			hh	4.2000	15.82	66.44	
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO			hh	0.4000	18.74	7.50	
							107.91	
Materiales								
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"			m3	0.5300	53.47	28.34	
02070200010002	ARENA GRUESA			m3	0.5200	38.14	19.83	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bol	9.7300	19.41	188.86	
							237.03	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.24	3.24	
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 2", 4 hp			hm	0.8000	2.50	2.00	
03012900030004	MEZCLADORA DE 9-11 P3			hm	0.8000	16.88	13.50	
							18.74	

Partida	03.02.02	(010712000306-0102005-01)	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO			Costo unitario directo por:	m2	77.79
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ			hh	0.1000	24.00	2.40	
0101010003	OPERARIO			hh	1.0000	21.91	21.91	
0101010004	OFICIAL			hh	1.2000	17.55	21.06	
0101010005	PEON			hh	0.4000	15.82	6.33	
							51.70	
Materiales								
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8			kg	0.3000	3.30	0.99	
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"			kg	0.1700	3.48	0.59	
0231010002	MADERA TORNILLO PARA ENCOFRADOS INCLUYE CORTE			p2	5.1600	4.45	22.96	
							24.54	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		1.55	1.55	
							1.55	

Partida	03.02.03	(010107010102-0102005-01)	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60			Costo unitario directo por:	kg	5.20
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ			hh	0.0032	24.00	0.08	
0101010003	OPERARIO			hh	0.0320	21.91	0.70	
0101010004	OFICIAL			hh	0.0320	17.55	0.56	
1.34								
Materiales								
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16			kg	0.0600	3.30	0.20	
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60			kg	1.0700	3.30	3.53	
3.73								
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.04	0.04	
03013300020002	CIZALLA ELECTRICA DE FIERRO			hm	0.0320	2.80	0.09	
0.13								

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0102005 VIVIENDA EN ALBAÑILERIA - FRIAS
Subpresupuesto 001 ESTRUCTURAS

Partida	03.03.01	(010105011802-0102005-01)	CONCRETO LOSAS Fc= 210 kg/cm2	Costo unitario directo por:			m3	416.70
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ			hh	0.1000	24.00	2.40	
0101010003	OPERARIO			hh	0.8000	21.91	17.53	
0101010004	OFICIAL			hh	0.8000	17.55	14.04	
0101010005	PEON			hh	4.2000	15.82	66.44	
0101010060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO			hh	0.4000	18.74	7.50	
							107.91	
Materiales								
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"			m3	0.5300	53.47	28.34	
02070200010002	ARENA GRUESA			m3	0.5200	38.14	19.83	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bol	9.7300	19.41	188.86	
							237.03	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.24	3.24	
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 2", 4 hp			hm	0.4000	2.50	1.00	
03012900030004	MEZCLADORA DE 9-11 P3			hm	4.0000	16.88	67.52	
							71.76	

Partida	03.03.02	(010313090202-0102005-01)	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO			Costo unitario directo por:	m2	68.08
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ			hh	0.0700	24.00	1.68	
0101010003	OPERARIO			hh	0.6700	21.91	14.68	
0101010004	OFICIAL			hh	0.8400	17.55	14.74	
0101010005	PEON			hh	0.3600	15.82	5.70	
							36.80	
Materiales								
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8			kg	1.0000	3.30	3.30	
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"			kg	0.1400	3.48	0.49	
0231010001	MADERA TORNILLO			p2	5.9300	4.45	26.39	
							30.18	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		1.10	1.10	
							1.10	

Partida	03.03.03	(010107010102-0102005-01)	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60			Costo unitario directo por:	kg	5.20
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ			hh	0.0032	24.00	0.08	
0101010003	OPERARIO			hh	0.0320	21.91	0.70	
0101010004	OFICIAL			hh	0.0320	17.55	0.56	
							1.34	
Materiales								
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16			kg	0.0600	3.30	0.20	
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60			kg	1.0700	3.30	3.53	
							3.73	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.04	0.04	
03013300020002	CIZALLA ELECTRICA DE FIERRO			hm	0.0320	2.80	0.09	
							0.13	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0102005 VIVIENDA EN ALBAÑILERIA - FRIAS

Subpresupuesto 001 ESTRUCTURAS

Partida	03.04.01	(010420010212-0102005-01)	CONCRETO EN ESCALERAS Fc = 210 kg/cm2	Costo unitario directo por:			m3	416.70
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ			hh	0.1000	24.00	2.40	
0101010003	OPERARIO			hh	0.8000	21.91	17.53	
0101010004	OFICIAL			hh	0.8000	17.55	14.04	
0101010005	PEON			hh	4.2000	15.82	66.44	
0101010006002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO			hh	0.4000	18.74	7.50	
								107.91
Materiales								
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"			m3	0.5300	53.47	28.34	
02070200010002	ARENA GRUESA			m3	0.5200	38.14	19.83	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bol	9.7300	19.41	188.86	
								237.03
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.24	3.24	
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 2", 4 hp			hm	0.4000	2.50	1.00	
03012900030004	MEZCLADORA DE 9-11 P3			hm	4.0000	16.88	67.52	
								71.76
Partida	03.04.02	(010313090202-0102005-01)	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	Costo unitario directo por:			m2	68.08
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ			hh	0.0700	24.00	1.68	
0101010003	OPERARIO			hh	0.6700	21.91	14.68	
0101010004	OFICIAL			hh	0.8400	17.55	14.74	
0101010005	PEON			hh	0.3600	15.82	5.70	
								36.80
Materiales								
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8			kg	1.0000	3.30	3.30	
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"			kg	0.1400	3.48	0.49	
0231010001	MADERA TORNILLO			p2	5.9300	4.45	26.39	
								30.18
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		1.10	1.10	
								1.10
Partida	03.04.03	(010107010102-0102005-01)	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	Costo unitario directo por:			kg	5.20
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ			hh	0.0032	24.00	0.08	
0101010003	OPERARIO			hh	0.0320	21.91	0.70	
0101010004	OFICIAL			hh	0.0320	17.55	0.56	
								1.34
Materiales								
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16			kg	0.0600	3.30	0.20	
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60			kg	1.0700	3.30	3.53	
								3.73
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.04	0.04	
03013300020002	CIZALLA ELECTRICA DE FIERRO			hm	0.0320	2.80	0.09	
								0.13

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0102005 VIVIENDA EN ALBAÑILERIA - FRIAS**
Subpresupuesto **002 ARQUITECTURA**

Partida	01.01	(010150010103-0102005-01)	MUROS DE LADRILLO KING KONG DE ARCILLA	Costo unitario directo por:			m2	81.52
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
			Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ			hh	0.1156	24.00	2.77	
0101010003	OPERARIO			hh	1.1561	21.91	25.33	
0101010005	PEON			hh	0.5780	15.82	9.14	
								37.24
			Materiales					
0204120002	CLAVOS PARA CEMENTO			kg	0.0200	3.82	0.08	
02070200010002	ARENA GRUESA			m3	0.0300	38.14	1.14	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bol	0.2300	19.41	4.46	
02160100010004	LADRILLO KK 18 HUECOS 9X13X24 cm			und	52.5000	0.65	34.13	
								39.81
			Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		1.12	1.12	
03013400010006	ANDAMIO DE ESCALERA			hm	0.6705	5.00	3.35	
								4.47
Partida	02.01	(010109010301-0102005-01)	TARRAJEO MUROS PRIMARIO	Costo unitario directo por:			m2	30.57
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
			Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ			hh	0.0533	24.00	1.28	
0101010003	OPERARIO			hh	0.5333	21.91	11.68	
0101010005	PEON			hh	0.2667	15.82	4.22	
								17.18
			Materiales					
02041200010009	CLAVOS DE 3"			kg	0.0200	3.38	0.07	
02070200010001	ARENA FINA			m3	0.0300	29.66	0.89	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bol	0.2300	19.41	4.46	
								5.42
			Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.52	0.52	
03010600020001	REGLA DE ALUMINIO 1" X 4" X 8"			und	0.3000	15.17	4.55	
03013400010007	ANDAMIOS TIPO TORRE			und	0.5800	5.00	2.90	
								7.97
Partida	02.02	(010109010501-0102005-01)	TARRAJEO COLUMNAS	Costo unitario directo por:			m2	42.17
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
			Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ			hh	0.1000	24.00	2.40	
0101010003	OPERARIO			hh	1.0000	21.91	21.91	
0101010005	PEON			hh	0.3300	15.82	5.22	
								29.53
			Materiales					
02041200010009	CLAVOS DE 3"			kg	0.0200	3.38	0.07	
02070200010001	ARENA FINA			m3	0.0200	29.66	0.59	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bol	0.1170	19.41	2.27	
								2.93
			Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.89	0.89	
03010600020001	REGLA DE ALUMINIO 1" X 4" X 8"			und	0.3900	15.17	5.92	
03013400010007	ANDAMIOS TIPO TORRE			und	0.5800	5.00	2.90	
								9.71

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0102005 VIVIENDA EN ALBAÑILERIA - FRIAS
Subpresupuesto 002 ARQUITECTURA

Partida	02.03	(010109010502-0102005-01)	TARRAJEO VIGAS	Costo unitario directo por:			m2	58.65
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ			hh	0.1231	24.00	2.95	
0101010003	OPERARIO			hh	1.2308	21.91	26.97	
0101010005	PEON			hh	0.4062	15.82	6.43	
36.35								
Materiales								
02041200010009	CLAVOS DE 3"			kg	0.1000	3.38	0.34	
02070200010001	ARENA FINA			m3	0.0160	29.66	0.47	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bol	0.1170	19.41	2.27	
3.08								
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		1.09	1.09	
03010600020001	REGLA DE ALUMINIO 1" X 4" X 8"			und	0.3380	15.17	5.13	
03013400010007	ANDAMIOS TIPO TORRE			und	2.6000	5.00	13.00	
19.22								

Partida	02.04	(010109010201-0102005-01)	TARRAJEO FONDO DE ESCALERAS	Costo unitario directo por:			m2	75.92
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ			hh	0.2000	24.00	4.80	
0101010003	OPERARIO			hh	2.0000	21.91	43.82	
0101010005	PEON			hh	1.0800	15.82	17.09	
							65.71	
Materiales								
02041200010009	CLAVOS DE 3"			kg	0.0040	3.38	0.01	
02070200010001	ARENA FINA			m3	0.0160	29.66	0.47	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bol	0.1200	19.41	2.33	
							2.81	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		1.97	1.97	
03010600020001	REGLA DE ALUMINIO 1" X 4" X 8"			und	0.0020	15.17	0.03	
03013400010007	ANDAMIOS TIPO TORRE			und	1.0800	5.00	5.40	
							7.40	

Partida	03.01	(010110000006-0102005-01)	CONTRAPISO	Costo unitario directo por:			m2	36.01
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ			hh	0.0300	24.00	0.72	
0101010003	OPERARIO			hh	0.3000	21.91	6.57	
0101010004	OFICIAL			hh	0.1000	17.55	1.76	
0101010005	PEON			hh	0.8000	15.82	12.66	
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO			hh	0.1000	18.74	1.87	
							23.58	
Materiales								
02070200010001	ARENA FINA			m3	0.0510	29.66	1.51	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bol	0.4550	19.41	8.83	
							10.34	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.71	0.71	
03010600020001	REGLA DE ALUMINIO 1" X 4" X 8"			und	0.0800	15.17	1.21	
03012900030004	MEZCLADORA DE 9-11 P3			hm	0.0100	16.88	0.17	
							2.09	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0102005 VIVIENDA EN ALBAÑILERIA - FRIAS
Subpresupuesto 002 ARQUITECTURA

Partida	03.02	(010110000113-0102005-01)	PISO DE CEMENTO ACABADO PULIDO	Costo unitario directo por:			m2	10.87
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO			hh	0.3333	21.91	7.30	
0101010005	PEON			hh	0.1667	15.82	2.64	
9.94								
Materiales								
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bol	0.0470	19.41	0.91	
0.91								
Equipos								
03010600020001	REGLA DE ALUMINIO 1" X 4" X 8"			und	0.0010	15.17	0.02	
0.02								

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0102006 VIVIENDA EN BAMBU - FRIAS

Subpresupuesto 002 ARQUITECTURA

Partida 02.02 (010110000113-0102006-01) PISO DE CEMENTO ACABADO PULIDO

		Costo unitario directo por:		m2	10.87
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	0.3333	21.91	7.30
0101010005	PEON	hh	0.1667	15.82	2.64
					9.94
Materiales					
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	0.0470	19.41	0.91
					0.91
Equipos					
03010600020001	REGLA DE ALUMINIO 1" X 4" X 8"	und	0.0010	15.17	0.02
					0.02

ANEXO N° 02

ANEXO N°02: ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS VIVIENDA EN BAMBÚ

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0102006 VIVIENDA EN BAMBU - FRIAS

Subpresupuesto 001 ESTRUCTURAS

Partida 01.01.01 (010104010913-0102006-01) EXCAVACION DE CIMENTOS

		Costo unitario directo por:		m3	37.53
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	24.00	4.80
0101010005	PEON	hh	2.0000	15.82	31.64
Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		1.09	1.09

Partida 01.02.01 (010104030601-0102006-01) ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DURANTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO

		Costo unitario directo por:		m3	25.02
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1333	24.00	3.20
0101010005	PEON	hh	1.3333	15.82	21.09
Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.73	0.73

Partida 02.01.01.01 (010306020502-0102006-01) CONCRETO f'c=175 kg/cm2

		Costo unitario directo por:		m3	301.66
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.4444	24.00	10.67
0101010004	OFICIAL	hh	0.4444	17.55	7.80
0101010005	PEON	hh	4.4444	15.82	70.31
Materiales					
0207010005	PIEDRA MEDIANA	m3	0.5500	64.41	35.43
02070200010002	ARENA GRUESA	m3	0.5400	38.14	20.60
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	7.5000	19.41	145.58
Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		2.66	2.66
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	0.4444	2.50	1.11
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	0.4444	16.88	7.50

Partida 02.01.01.02 (010309020201-0102006-01) ENCOFRADO

		Costo unitario directo por:		m2	23.84
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.0320	24.00	0.77
0101010003	OPERARIO	hh	0.3200	21.91	7.01
0101010004	OFICIAL	hh	0.3200	17.55	5.62
0101010005	PEON	hh	0.2400	15.82	3.80
Materiales					
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg	0.1000	3.30	0.33
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	0.2000	3.48	0.70
0231010001	MADERA TORNILLO	p2	1.5000	3.39	5.09
Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.52	0.52

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0102006** **VIVIENDA EN BAMBU - FRIAS**

Subpresupuesto **001** **ESTRUCTURAS**

Partida	02.01.02.01	(010105011203-0102006-01)	CONCRETO FALSO PISO MEZCLA 1:8 CEMENTO-HORMIGON e=4"					
						Costo unitario directo por:	m2	34.88
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ			hh	0.0200	24.00	0.48	
0101010003	OPERARIO			hh	0.1600	21.91	3.51	
0101010004	OFICIAL			hh	0.0400	17.55	0.70	
0101010005	PEON			hh	0.4800	15.82	7.59	
0101010006002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO			hh	0.0040	18.74	0.07	
							12.35	
Materiales								
0207030001	HORMIGON			m3	0.0900	38.00	3.42	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bol	0.2700	19.41	5.24	
							8.66	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.37	0.37	
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)			hm	0.8000	16.88	13.50	
							13.87	

Partida	03.01.01	(010105011101-0102006-01)	CONCRETO ZAPATAS f'c=210 kg/cm2	Costo unitario directo por:			m3	323.74
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ			hh	0.0727	24.00	1.74	
0101010003	OPERARIO			hh	0.3636	21.91	7.97	
0101010004	OFICIAL			hh	0.3636	17.55	6.38	
0101010005	PEON			hh	2.1818	15.82	34.52	
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO			hh	0.7273	18.74	13.63	
								64.24
Materiales								
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"			m3	0.8500	53.47	45.45	
02070200010002	ARENA GRUESA			m3	0.4200	38.14	16.02	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bol	9.7400	19.41	189.05	
								250.52
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		1.93	1.93	
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"			hm	0.3636	2.50	0.91	
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)			hm	0.3636	16.88	6.14	
								8.98

Partida	03.01.02	(010107010102-0102006-01)	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	Costo unitario directo por:			kg	5.07
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ			hh	0.0032	24.00	0.08	
0101010003	OPERARIO			hh	0.0320	21.91	0.70	
0101010004	OFICIAL			hh	0.0320	17.55	0.56	
1.34								
Materiales								
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16			kg	0.0600	3.30	0.20	
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60			kg	1.0400	3.30	3.43	
3.63								
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.04	0.04	
03013300020002	CIZALLA ELECTRICA DE FIERRO			hm	0.0320	2.00	0.06	
0.10								

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0102006 VIVIENDA EN BAMBU - FRIAS**

Subpresupuesto **001 ESTRUCTURAS**

Partida **03.02.01 (010105011802-0102006-01) CONCRETO LOSAS f_c= 210 kg/cm²**

		Costo unitario directo por:		m3	356.34
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.0286	24.00	0.69
0101010003	OPERARIO	hh	1.1429	21.91	25.04
0101010004	OFICIAL	hh	0.2857	17.55	5.01
0101010005	PEON	hh	3.7143	15.82	58.76
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	0.8571	18.74	16.06
105.56					
Materiales					
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3	0.9000	53.47	48.12
02070200010002	ARENA GRUESA	m3	0.5000	38.14	19.07
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	9.0000	19.41	174.69
241.88					
Equipos					
03012100030001	WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES	hm	0.2857	11.78	3.37
03012900010003	VIBRADOR A GASOLINA	hm	0.2857	2.50	0.71
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	0.2857	16.88	4.82
8.90					

Partida **03.02.02 (010714000000-0102006-01) ACERO DE REFUERZO f_y=4,200 kg/cm²**

		Costo unitario directo por:		kg	6.47
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.0100	24.00	0.24
0101010003	OPERARIO	hh	0.0600	21.91	1.31
0101010004	OFICIAL	hh	0.0600	17.55	1.05
2.60					
Materiales					
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg	0.0600	3.30	0.20
0204030001	ACERO CORRUGADO f _y = 4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	1.0700	3.30	3.53
3.73					
Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.08	0.08
03013300020002	CIZALLA ELECTRICA DE FIERRO	hm	0.0320	2.00	0.06
0.14					

Partida **03.02.03 (010303090104-0102006-01) CAPA DE BAMBU e=1.5cm**

		Costo unitario directo por:		m2	61.33
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1084	24.00	2.60
0101010003	OPERARIO	hh	0.5420	21.91	11.88
0101010004	OFICIAL	hh	0.5420	17.55	9.51
0101010005	PEON	hh	1.0840	15.82	17.15
41.14					
Materiales					
02040100030002	ALAMBRE GALVANIZADO N°16	kg	0.2000	3.30	0.66
0216020012	BAMBU D>=12cm (latillas)	m	2.8000	2.15	6.02
02311000010002	LISTONES DE MADERA	p2	5.6200	0.82	4.61
0271050139	ARANDELA	und	6.0000	0.20	1.20
0272010087	TUERCA	und	6.0000	0.17	1.02
0279010048	ESPARRAGOS D=3/8"	m	0.5000	9.24	4.62
18.13					
Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		2.06	2.06
2.06					

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0102006 VIVIENDA EN BAMBU - FRIAS**

Subpresupuesto **001 ESTRUCTURAS**

Partida	03.03.01	(010105012301-0102006-01)	CONCRETO ESCALERAS f'c=210 kg/cm2	Costo unitario directo por:			m3	357.76
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ			hh	0.0286	24.00	0.69	
0101010003	OPERARIO			hh	1.1605	21.91	25.43	
0101010004	OFICIAL			hh	0.2857	17.55	5.01	
0101010005	PEON			hh	3.7319	15.82	59.04	
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO			hh	0.8571	18.74	16.06	
								106.23
Materiales								
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"			kg	0.0004	3.48		
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"			kg	0.0004	3.50		
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"			m3	0.9000	53.47	48.12	
02070200010002	ARENA GRUESA			m3	0.5000	38.14	19.07	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bol	9.0000	19.41	174.69	
0231010001	MADERA TORNILLO			p2	0.2200	3.39	0.75	
								242.63
Equipos								
03012100030001	WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES			hm	0.2857	11.78	3.37	
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"			hm	0.2857	2.50	0.71	
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)			hm	0.2857	16.88	4.82	
								8.90

Partida	03.03.02	(010714000000-0102006-01)	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	Costo unitario directo por:			kg	6.47
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ			hh	0.0100	24.00	0.24	
0101010003	OPERARIO			hh	0.0600	21.91	1.31	
0101010004	OFICIAL			hh	0.0600	17.55	1.05	
2.60								
Materiales								
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16			kg	0.0600	3.30	0.20	
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60			kg	1.0700	3.30	3.53	
3.73								
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.08	0.08	
03013300020002	CIZALLA ELECTRICA DE FIERRO			hm	0.0320	2.00	0.06	
0.14								

Partida	03.03.03	(010303090104-0102006-01)	CAPA DE BAMBU e=1.5cm	Costo unitario directo por:			m2	61.33
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ			hh	0.1084	24.00	2.60	
0101010003	OPERARIO			hh	0.5420	21.91	11.88	
0101010004	OFICIAL			hh	0.5420	17.55	9.51	
0101010005	PEON			hh	1.0840	15.82	17.15	
							41.14	
Materiales								
02040100030002	ALAMBRE GALVANIZADO N°16			kg	0.2000	3.30	0.66	
0216020012	BAMBU D>=12cm (latillas)			m	2.8000	2.15	6.02	
02311000010002	LISTONES DE MADERA			p2	5.6200	0.82	4.61	
0271050139	ARANDELA			und	6.0000	0.20	1.20	
0272010087	TUERCA			und	6.0000	0.17	1.02	
0279010048	ESPARRAGOS D=3/8"			m	0.5000	9.24	4.62	
							18.13	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		2.06	2.06	
							2.06	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0102006** **VIVIENDA EN BAMBU - FRIAS**

Subpresupuesto **001** **ESTRUCTURAS**

Partida	04.01.01	(010304021102-0102006-01)	PRESERVACION QUIMICA AL BAMBU - metodo de inmersión de pentaborato	Costo unitario directo por:		m3	1.82
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
			Mano de Obra				
0101010004	OFICIAL			hh	0.0050	17.55	0.09
0101010005	PEON			hh	0.0250	15.82	0.40
							0.49
			Materiales				
02901300110010	ACIDO BORICO			kg	0.0440	16.95	0.75
02901300110011	BORAX			kg	0.0440	12.71	0.56
							1.31
			Equipos				
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.02	0.02
							0.02

Partida	04.02.01	(010106100302-0102006-01)	CORTE RECTOS A MEDIDA DE LOS BAMBUS (col, vig, viguet)	Costo unitario directo por:		pza	4.97
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
			Mano de Obra				
0101010002	CAPATAZ			hh	0.0127	24.00	0.30
0101010003	OPERARIO			hh	0.0635	21.91	1.39
0101010005	PEON			hh	0.0635	15.82	1.00
							2.69
			Materiales				
0216020013	BAMBU			m	1.0000	2.15	2.15
							2.15
			Equipos				
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.13	0.13
							0.13

Partida	04.02.02	(010106100303-0102006-01)	CORTES ESPECIALES E INSTALACION DE LA COLUMNA DE BAMBU G.A (f c=140 kg/cm2)	Costo unitario directo por:		und	58.92
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
			Mano de Obra				
0101010002	CAPATAZ			hh	0.2439	24.00	5.85
0101010003	OPERARIO			hh	1.2195	21.91	26.72
0101010004	OFICIAL			hh	1.2195	17.55	21.40
							53.97
			Materiales				
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16			kg	0.0830	3.30	0.27
02041200010009	CLAVOS DE 3"			kg	0.0830	3.48	0.29
0207010012	PIEDRA MEDIANA 3/8"			kg	2.6500	0.07	0.19
02070200010003	ARENA FINA			kg	3.3600	0.04	0.13
0213010007	CEMENTO			kg	1.6700	0.46	0.77
0267110007	CABALLETES			und	0.0500	12.00	0.60
							2.25
			Equipos				
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		2.70	2.70
							2.70

Partida	04.03.01	(010119011402-0102006-01)	ANCLAJE DE UNION VIG PRINCIPAL- COL (ambas de bambu)	Costo unitario directo por:		und	35.29
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
			Mano de Obra				
0101010002	CAPATAZ			hh	0.1233	24.00	2.96
0101010003	OPERARIO			hh	0.6163	21.91	13.50
0101010004	OFICIAL			hh	0.6163	17.55	10.82
							27.28
			Materiales				
0271050139	ARANDELA			und	2.0000	0.20	0.40
0272010088	TUERCA 3/8"			und	2.0000	0.17	0.34
0279010048	ESPARRAGOS D=3/8"			m	0.6400	9.24	5.91
							6.65
			Equipos				
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		1.36	1.36
							1.36

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0102006 VIVIENDA EN BAMBU - FRIAS
Subpresupuesto 001 ESTRUCTURAS

Partida	04.03.02	(010119011403-0102006-01)	ANCLAJE DE UNION VIG SIMPLE- COL (ambas de bambu)	Costo unitario directo por:		und	22.58
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
			Mano de Obra				
0101010002	CAPATAZ			hh	0.0952	24.00	2.28
0101010003	OPERARIO			hh	0.4759	21.91	10.43
0101010004	OFICIAL			hh	0.4759	17.55	8.35
							21.06
			Materiales				
0271050140	ARANDELA 3/8"			und	1.0000	0.30	0.30
0272010088	TUERCA 3/8"			und	1.0000	0.17	0.17
							0.47
			Equipos				
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		1.05	1.05
							1.05
Partida	04.04.01	(010101010503-0102006-01)	EN LOS DOS EXTREMOS PARA VIGA DE AMARRE DE MURO	Costo unitario directo por:		und	20.30
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
			Mano de Obra				
0101010002	CAPATAZ			hh	0.0909	24.00	2.18
0101010003	OPERARIO			hh	0.4545	21.91	9.96
0101010005	PEON			hh	0.4545	15.82	7.19
							19.33
			Equipos				
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.97	0.97
							0.97

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0102006 VIVIENDA EN BAMBU - FRIAS

Subpresupuesto 002 ARQUITECTURA

Partida 01.01.01 (010108010110-0102006-01) CARA CON LATILLAS DE BAMBU

Costo unitario directo por: m2 50.63

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.0542	24.00	1.30
0101010003	OPERARIO	hh	0.2710	21.91	5.94
0101010004	OFICIAL	hh	0.2710	17.55	4.76
0101010005	PEON	hh	1.0840	15.82	17.15
Materiales					
02040100030002	ALAMBRE GALVANIZADO N°16	kg	0.2000	3.30	0.66
0204150003	MALLA DE GALLINERO HEXAGONAL 0.95m x 3/4"	m	1.0000	2.48	2.48
0216020012	BAMBU D>=12cm (latillas)	m	2.8000	2.15	6.02
02311000010002	LISTONES DE MADERA	p2	5.6200	0.82	4.61
0271050139	ARANDELA	und	6.0000	0.20	1.20
0272010087	TUERCA	und	6.0000	0.17	1.02
0279010048	ESPARRAGOS D=3/8"	m	0.5000	9.24	4.62
Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.87	0.87
					0.87

Partida 01.02.01 (010109010603-0102006-01) TARRAJE EXT-B

Costo unitario directo por: m2 20.63

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.0410	24.00	0.98
0101010003	OPERARIO	hh	0.4100	21.91	8.98
0101010005	PEON	hh	0.2050	15.82	3.24
Materiales					
02070200010001	ARENA FINA	m3	0.0160	29.66	0.47
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	0.1170	19.41	2.27
Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.40	0.40
03010600020009	REGLA	p2	0.0025	17.90	0.04
03013400010009	ANDAMIO	p2	0.8500	5.00	4.25
					4.69

Partida 01.02.02 (010109010604-0102006-01) PAÑETE EXT-B

Costo unitario directo por: m2 8.03

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.0272	24.00	0.65
0101010003	OPERARIO	hh	0.2719	21.91	5.96
0101010005	PEON	hh	0.0897	15.82	1.42
					8.03

Partida 02.01 (010110000006-0102006-01) CONTRAPISO

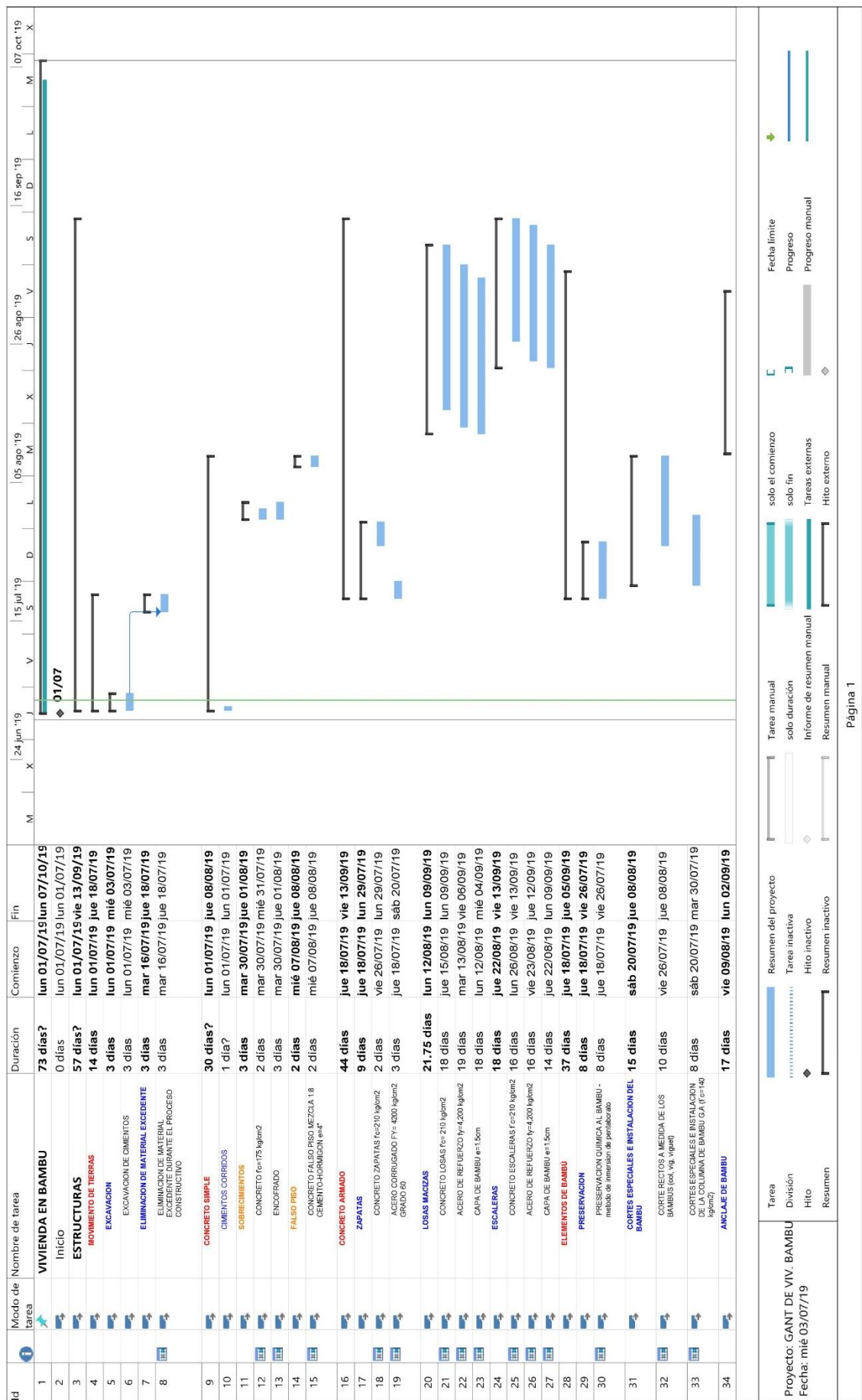
Costo unitario directo por: m2 36.01

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.0300	24.00	0.72
0101010003	OPERARIO	hh	0.3000	21.91	6.57
0101010004	OFICIAL	hh	0.1000	17.55	1.76
0101010005	PEON	hh	0.8000	15.82	12.66
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	0.1000	18.74	1.87
Materiales					
02070200010001	ARENA FINA	m3	0.0510	29.66	1.51
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	0.4550	19.41	8.83
Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.71	0.71
03010600020001	REGLA DE ALUMINIO 1" X 4" X 8"	und	0.0800	15.17	1.21
03012900030004	MEZCLADORA DE 9-11 P3	hm	0.0100	16.88	0.17
					2.09

ANEXO N° 03

119

ANEXO N° 04



ANEXO N° 05

ANEXO N°05: MATRIZ GENERAL DE CONSISTENCIA

<p>Título: “ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y BENEFICIOS DE UNA VIVIENDA DE BAMBÚ RESPECTO A UNA DE ALBAÑILERÍA EN LA PROVINCIA DE PIURA”</p> <p>Nombre del ejecutor: JUAN JOYLI FRIAS GUERRERO</p>				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables/ Indicadores	Metodología
¿Cuál es el comportamiento estructural y los beneficios de una vivienda de bambú respecto a una de albañilería en la provincia de Piura?	<p>General: Analizar el Comportamiento estructural e identificar los Beneficios de una Vivienda de Bambú respecto a una de albañilería confinada en la Provincia de Piura.</p> <p>Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Proponer un diseño de vivienda que se ajuste a las necesidades básicas para que una familia se puede desarrollar y que cumpla con el RNE. - Realizar una comparación del comportamiento estructural de una vivienda de bambú y de albañilería confinada. 	<p>Una vivienda de bambú tiene un mejor comportamiento estructural y presenta diversos beneficios en costo y tiempo de ejecución, en comparación a otra de similares características arquitectónicas de albañilería confinada.</p> <p>Justificación:</p> <p>Es conveniente realizar este trabajo de investigación, debido a que en nuestra ciudad se ha estandarizado el uso de sistemas estructurales tradicionales, que requieren de un presupuesto considerable con el cual la mayoría de las familias no cuenta y optan por recurrir a prácticas constructivas que ponen en riesgo su vida, como lo es la autoconstrucción y la adquisición de materiales de baja calidad; a esto se suma que la ciudad de Piura presenta un conjunto de condiciones desfavorables para la construcción, como el hecho de estar ubicada en una zona altamente sísmica, con suelos tiene baja capacidad portante y presencia de nivel freático elevado. Es por ello que este trabajo busca analizar el comportamiento estructural y los beneficios que</p>	<p>Variable 1 Comportamiento Estructural</p> <p>Variable 2 Beneficios</p> <p>-</p>	<p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Diseño: Cuantitativo No Experimental</p> <p>Nivel: Descriptivo</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar los beneficios de una vivienda con bambú respecto a una de albañilería confinada. 	<p>puede ofrecer el bambú para las características geográficas de nuestra ciudad y la realidad de nuestra población respecto al sistema estructural más utilizado como es la albañilería confinada.</p> <p>Este trabajo también permitirá conocer más sobre el bambú o Guadua, una planta que crece en nuestra región y que es ecológicamente amigable, con la finalidad de poder reemplazar a los materiales tradicionales cuyo proceso de producción generará un alto impacto negativo al medio ambiente, de esta manera fomentar un modelo de vivienda que contribuya con el cuidado del medio ambiente, de bajo costo, rápida y fácil ejecución y un buen comportamiento estructural</p>		
--	---	--	--	--